







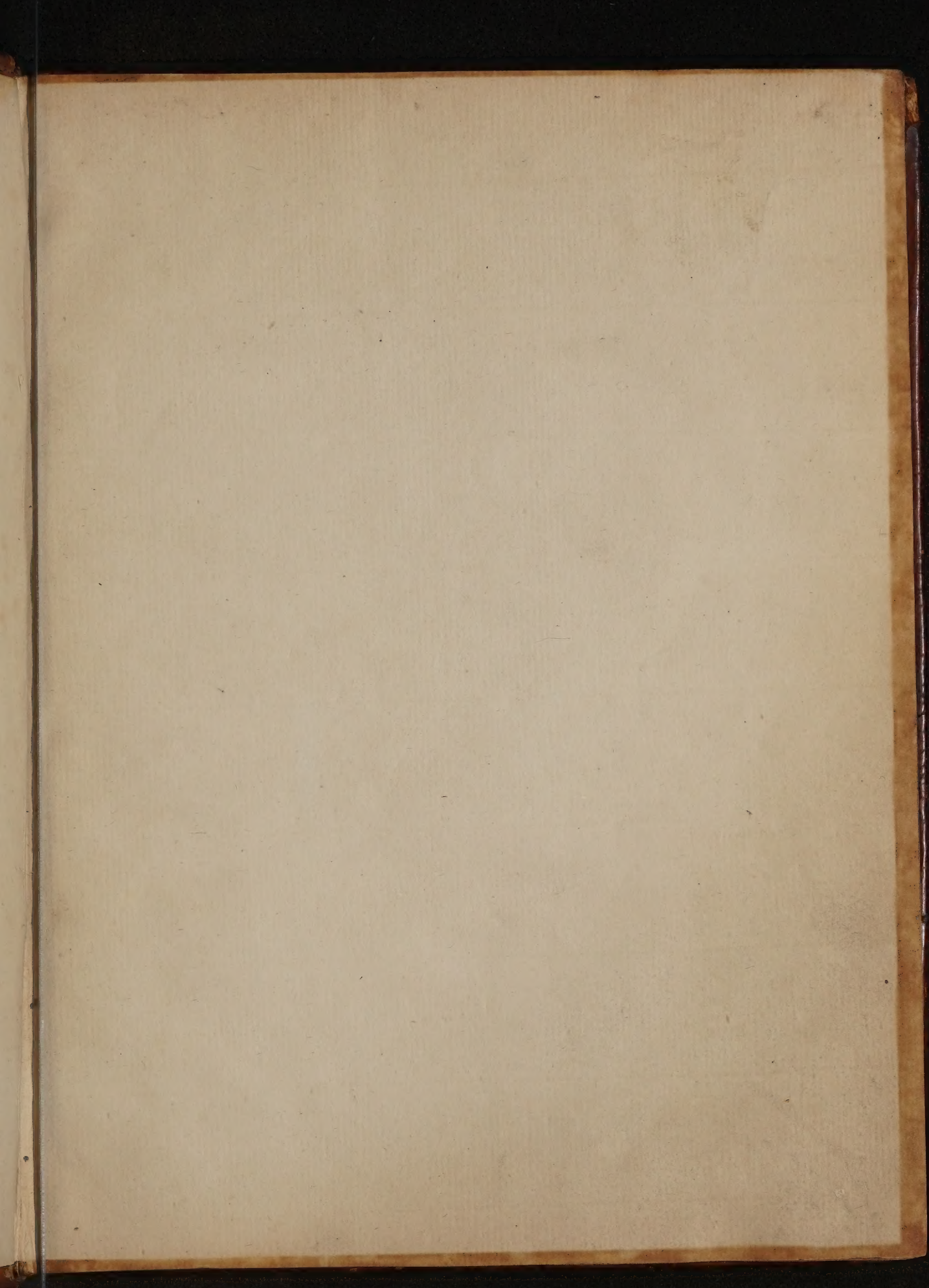




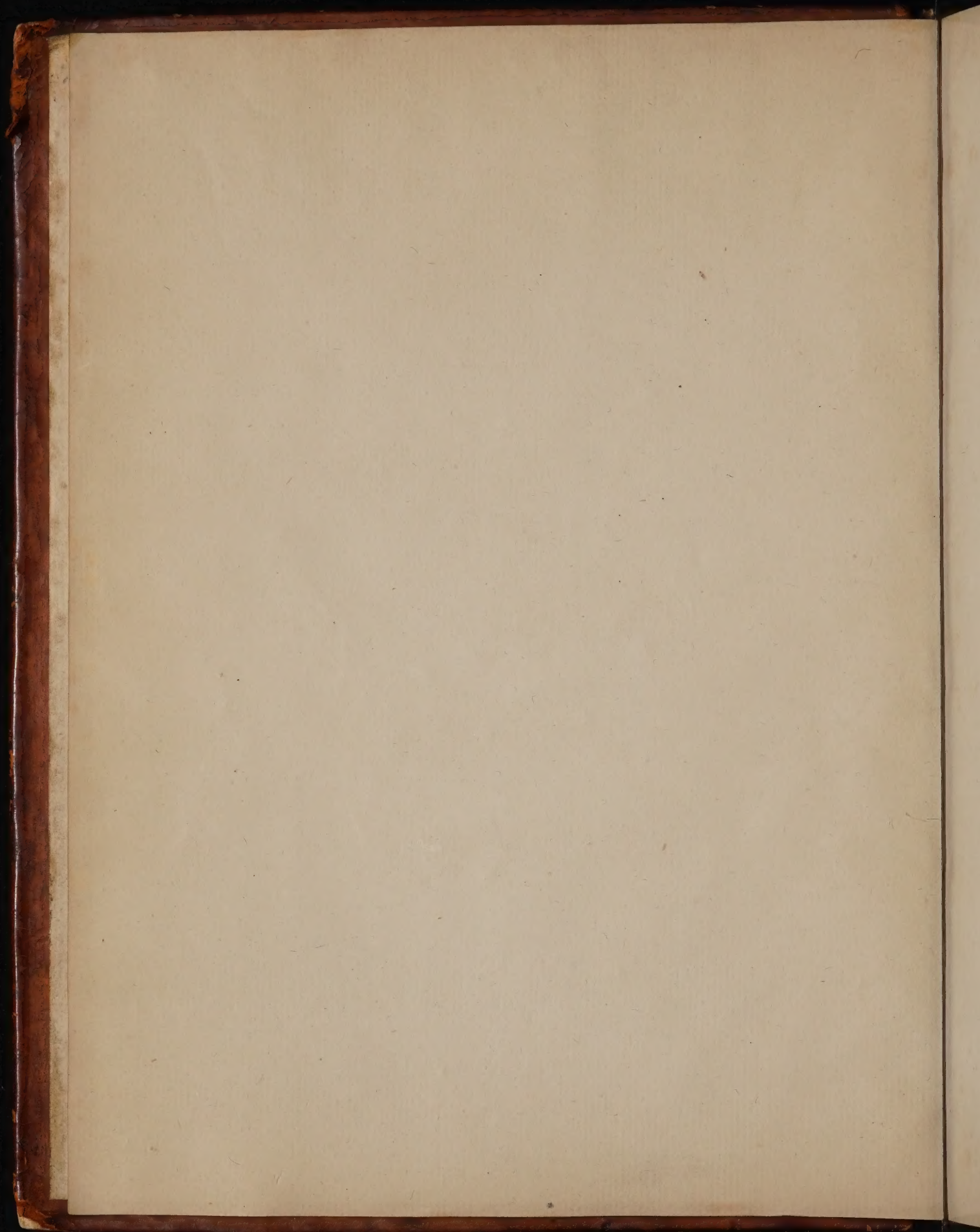


27,775/6

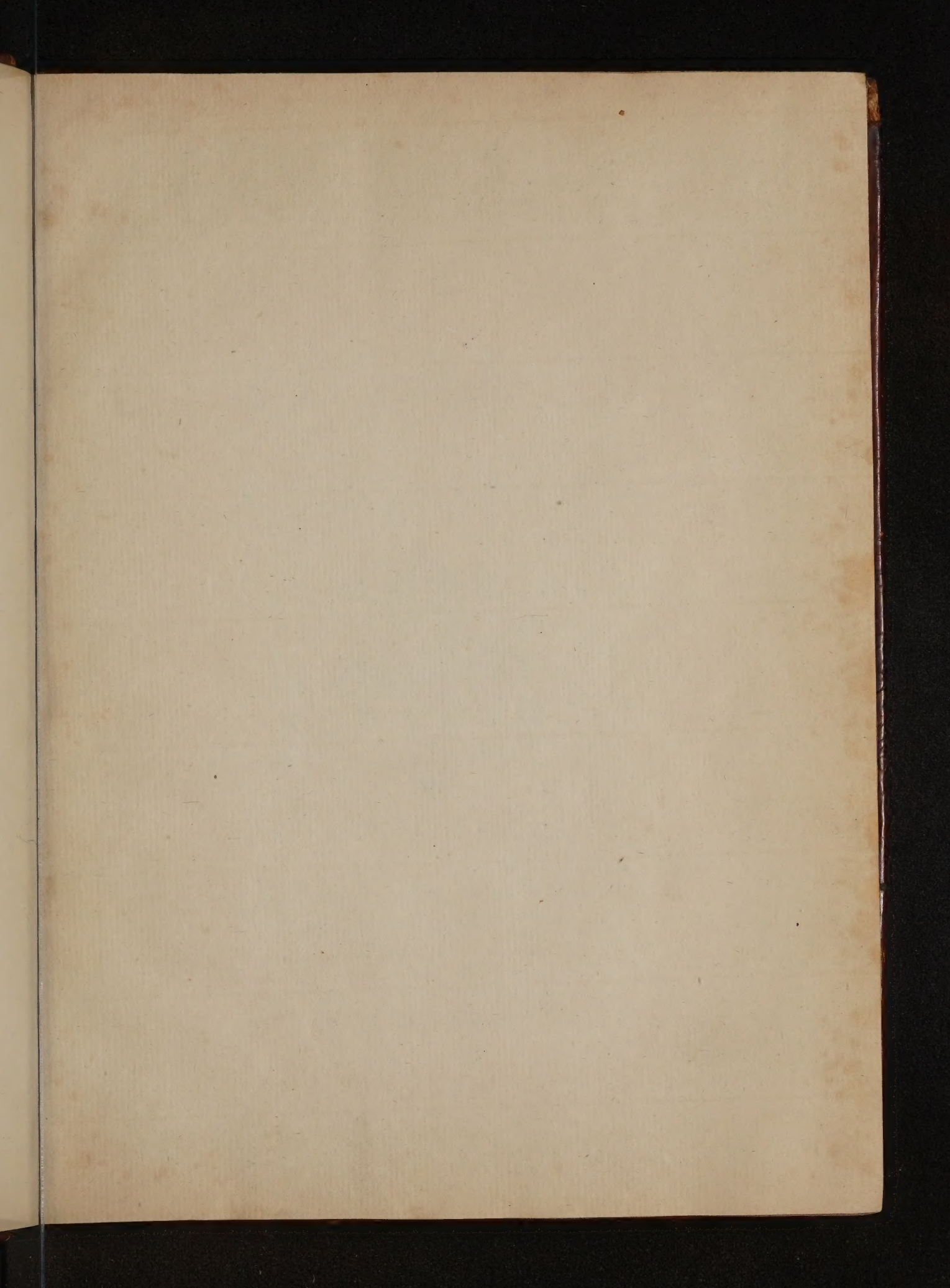




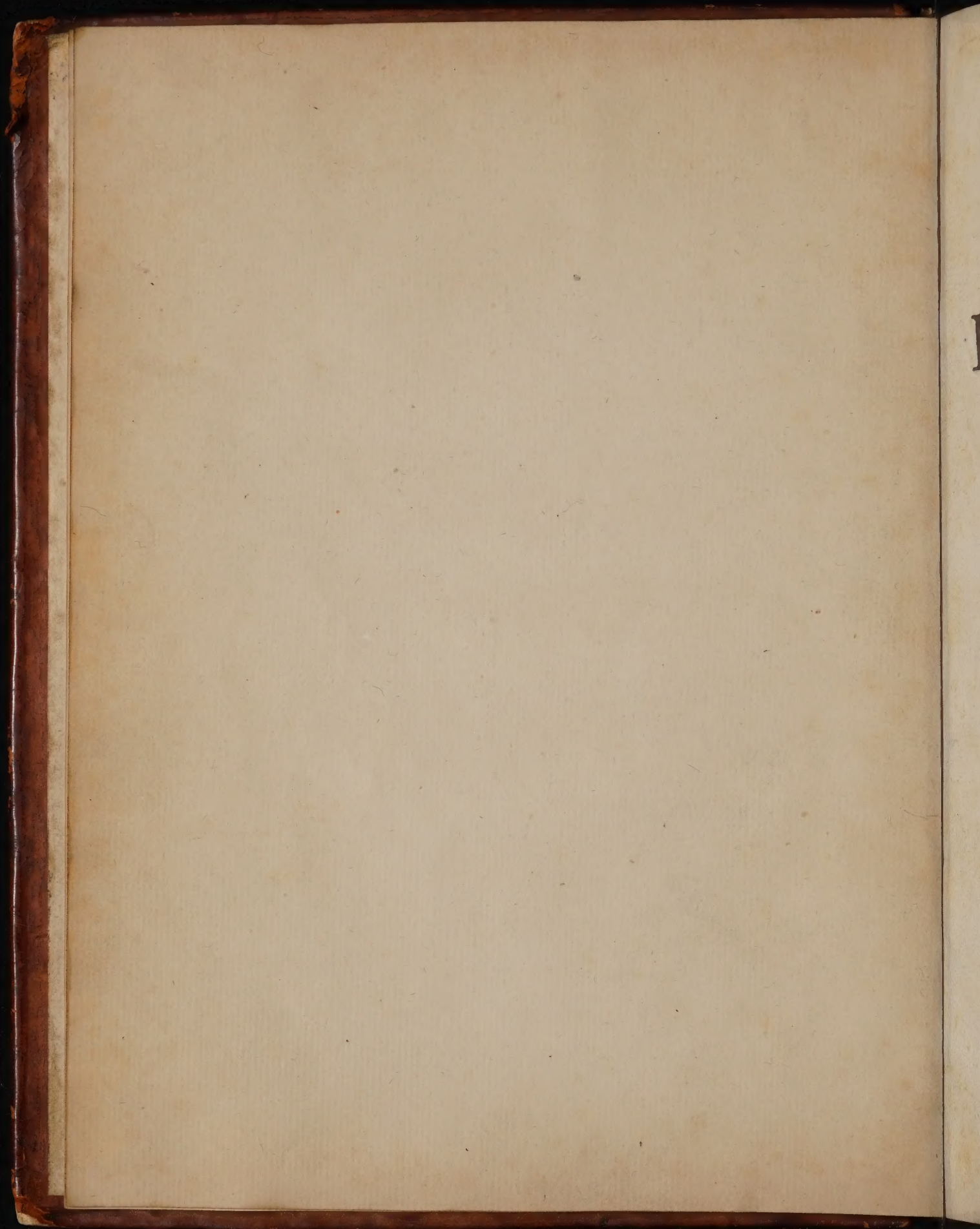














70557

# ESSAY DE DIOPTRIQUE.

*Par* NICOLAS HARTSOEKER.



A PARIS,  
Chez JEAN ANISSON Directeur de l'Imprimerie  
Royale, rue Saint Jacques, vis-à-vis les Maturins,  
à la Fleur-de-Lys de Florence.

---

M. DC. XCIV.  
AVEC PRIVILEGE DU ROY.

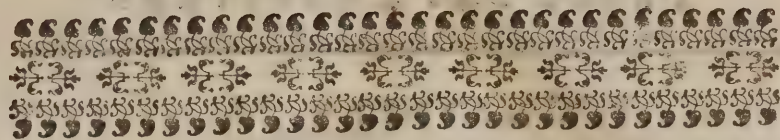
Y A 2 2 3

DIOPHYLON

DIOPHYLON







# TABLE DES CHAPITRES.

## ESSAY DE DIOPTRIQUE.

### CHAPITRE PREMIER.

De la nature & de l'origine des rayons de lumiere.

**A**RTICLE PREMIER. *Que les Philosophes ne sont pas d'accord entre eux s'il y a un vuide dans la nature, ou non,*

ART. II. *Qu'il est tres-difficile de concevoir que le mouvement se puisse faire sans vuide, si la matiere est telle que les Philosophes la conçoivent d'ordinaire,* ibid.

ART. III. *Qu'il est encore plus difficile de concevoir un vuide dans la nature,* 3

ART. IV. *Que l'on peut croire qu'il y a dans l'univers un nombre infini de petits atomes differens en figure, grandeur & mouvement,* ibid.

ART. V. *Qu'il y a une substance liquide, dont ces corps ou atomes sont entourez de toutes parts, & dans laquelle ils nagent sans s'entretoucher,* 4

ART. VI. *Que cette substance & les corps qu'elle enveloppe sont les deux seuls elemens, dont l'univers est formé,* ibid.

ART. VII. *Que de cette substance liquide, qu'on peut appeller le premier element, sont formez le soleil, les étoiles fixes, & les rayons de lumiere,* ibid.

## TABLE DES CHAPITRES.

### CHAPITRE II.

Des corps opaques, & des corps diaphanes.

- ARTICLE PREMIER.** *Que les corpuscules du second élément naissent sans aucun ordre, & comme dans un véritable chaos, dans le premier élément : c'est-à-dire, les petits parmi les grands, les cubes parmi les boules, &c.* 5
- ART. II.** *Que les petits se débarrassent des grands, parce qu'ils ont plus de mouvement qu'eux,* *ibid.*
- ART. III.** *Qu'ils ne peuvent s'en débarrasser qu'en deux manières, ou en s'approchant, ou en s'écartant les uns des autres, ibid.*
- ART. IV.** *Qu'ils s'en débarrasseront en s'écartant les uns des autres, parce qu'ils ont plus de mouvement que les grands, qui s'approcheront par conséquent les uns des autres, & s'assembleront vers un centre,* 6
- ART. V.** *Que de ces deux espèces de corps, les grands sont appelés pesants, & les petits légers, & que ces grands doivent descendre vers leur centre commun avec une vitesse qui doit croître à chaque instant, suivant la progression des nombres, 1. 2. 3. 4. &c.* *ibid.*
- ART. VI.** *Qu'ils doivent descendre, suivant une autre progression, si l'on conçoit qu'ils descendent par des momens qui sont composés d'instans,* 7
- ART. VII.** *Qu'ils doivent descendre suivant la progression 1.  $2\frac{1}{5}$ .  $3\frac{2}{5}$ . &c. si chaque moment est composé de deux instans,* *ibid.*
- ART. VIII.** *Qu'ils doivent descendre suivant la progression des nombres 1.  $2\frac{4995}{5005}$ .  $3\frac{4985}{5005}$ . &c. si chaque moment est composé de 1000. instans,* 8
- ART. IX.** *Qu'ils doivent descendre, pour ainsi dire, suivant la progression des nombres impairs, 1. 3. 5. 7. &c. si chaque moment est composé d'une infinité d'instans,* *ibid.*
- ART. X.** *Comment la terre peut avoir été formée avec tout l'air*



## TABLE DES CHAPITRES.

- qui l'environne, & demeurer dans l'état où nous la voyons,  
ibid.
- ART. XI. Comment l'air qui l'environne & qui doit être  
toujours de plus en plus subtil, jusqu'à l'extrémité de son tour-  
billon, peut peser sur sa surface, 9
- ART. XII. Comment le poids de tout cet air peut faire la soli-  
dité des corps, 9 ibid.
- ART. XIII. Pourquoi certains corps doivent être fluides,  
ibid.
- ART. XIV. Pourquoi le mercure doit être fluide, 9 ibid.
- ART. XV. Pourquoi l'eau doit être un corps fluide, & la glace  
un corps solide, 10
- ART. XVI. Pourquoi l'air tant grossier que subtil doit être  
fluide, 10 ibid.
- ART. XVII. Que les petits corps de l'eau, de l'air, &c. sont  
encore composés d'autres plus petits, 10 ibid.
- ART. XVIII. Raisons pourquoi l'eau doit être composée de  
petites boules creusées & ouvertes de toutes parts, & l'air de  
petits filets, 11
- ART. XIX. Pourquoi certains corps doivent être opaques &  
d'autres diaphanes, 11 ibid.
- ART. XX. Pourquoi le mercure doit être opaque, & le verre  
diaphane, 12
- ART. XXI. Pourquoi tous les corps que nous connoissons, doi-  
vent s'allonger & se racourcir continuellement, 12 ibid.
- ART. XXII. Pourquoi il semble qu'un pendule ne doit  
avoir que 3 pieds  $7\frac{1}{2}$  lignes pour battre les secondes à l'Isle de  
Cayenne, 13
- ART. XXIII. Pourquoi les observations des Astronomes, qui  
se font en differens temps, sont quelquefois assez différentes  
entre elles, 13 ibid.
- ART. XXIV. Que les planettes ont pu être formées comme  
la terre, 14
- ART. XXV. Que le soleil doit être entouré d'une espece d'air  
de même que la terre est entourée du sien, 14 ibid.
- ART. XXVI. Qu'on pourroit calculer la pesanteur reciproque  
de la matiere, où chaque planette fait sa revolution. 14 ibid.

TABLE DES CHAPITRES.  
ART. XXVII. *Qu'on pourroit résoudre plusieurs problèmes  
de physique par les principes qu'on établit,* 15

---

CHAPITRE III.  
Des rayons qui s'étendent en ligne droite.

- ARTICLE PREMIER. *Pourquoi les rayons de lumière  
traversent certains corps en ligne droite,* 16  
ART. II. *Pourquoi il faut un peu de temps avant que la lumière  
se puisse faire sentir à une très-grande distance,* ibid.  
ART. III. *Que cette raison se confirme par l'observation du  
premier satellite de Jupiter.* 17  
ART. IV. *Et par une expérience que l'on peut faire avec un  
flambeau allumé, dans un lieu qui n'a pas été éclairé depuis  
long-temps,* ibid.
- 

CHAPITRE IV.  
De la refraction & de la reflexion.

- ARTICLE PREMIER. *Explication de la principale  
propriété de la refraction.* 18  
ART. II. *Explication d'une autre propriété de refraction.* 19  
ART. III. *Première conséquence tirée des propriétés de la re-  
fraction,* ibid.  
ART. IV. *Seconde conséquence tirée des propriétés de la refra-  
ction,* ibid.  
ART. V. *Les propriétés de la refraction confirmées par l'expe-  
rience,* 20  
ART. VI. *Que l'expérience fait voir que la raison des sinus est  
fort près, comme de 3 à 2, lorsque le rayon va de l'air dans le  
verre,* ibid.  
ART. VII. *Raison physique de la refraction en general,* 21  
ART. VIII. *Raison physique de la principale propriété de la*



## TABLE DES CHAPITRES.

- refraction qui est, qu'elle se fait exactement suivant la raison des sinus, *ibid.* XIX. 23
- ART. IX. Que la quantité de la refraction dépend d'un certain équilibre de forces, que le rayon de lumière, & l'une des deux matieres que ce rayon traverse, opposent conjointement à l'autre matiere, *ibid.* XX. 24
- ART. X. Que le rayon de lumière doit reprendre précisément le même chemin en retournant, qu'il a pris en allant, *ibid.* 26
- ART. XI. Que les rayons de lumière se doivent reflechir, en sorte que leurs angles d'incidence & de reflexion soient égaux, lorsqu'en passant au travers de quelque matiere, ils rencontrent en leur chemin avec une certaine obliquité, une autre matiere qui leur fait plus de résistance, *ibid.* ibid.
- ART. XII. Que les rayons de lumière se doivent reflechir ainsi, lorsqu'en passant au travers de la matiere subtile qui est dans le verre, ils rencontrent en leur chemin avec un angle d'incidence de  $41^{\circ}$ ,  $48^{\frac{1}{2}}$ , celle qui est entre les particules de l'air, 27
- ART. XIII. Pourquoi les rayons de lumière se doivent reflechir à la rencontre de toute sorte de corps durs, *ibid.* ibid.
- ART. XIV. Objection que l'on pourroit faire contre mon hypothese de la refraction, & réponse à cette objection, 28
- ART. XV. Que les rayons de lumière, pendant qu'ils passent d'une matiere dans une autre, & qu'ils se détournent de leur chemin dans ce passage, décrivent des lignes courbes, qui sont différentes des arcs de cercle, 30
- ART. XVI. Que l'on pourroit rapporter plusieurs conséquences tirées de cette nouvelle hypothese de la refraction, que l'on reserve pour une autre occasion, *ibid.* ibid.
- ART. XVII. Que la principale consequence que l'on en peut tirer, est que la refraction doit être plus ou moins grande, suivant qu'un rayon de lumière, en passant d'un corps transparent dans un autre, a plus ou moins de force, ou qu'il est plus ou moins rapide, 31
- ART. XVIII. Raison pourquoi un rayon de lumière, en passant d'un corps transparent dans un autre, doit souffrir peu de refraction, lorsqu'il a beaucoup de force & de vitesse; & au contraire beaucoup de refraction, lorsqu'il a peu de force & de

# TABLE DES CHAPITRES.

- vitesse; & qu'on peut établir là-dessus plusieurs règles, *ibid.*
- ART. XIX. Qu'il y a des rayons de lumière qui frappent les uns plus les autres moins fortement les organes de la vue, & que c'est en cela que consiste toute la diversité des couleurs que l'on apperçoit, *ibid.* 32
- ART. XX. La cause de l'apparence de la couleur rouge, 33
- ART. XXI. La cause de l'apparence de la couleur jaune, *ibid.*
- ART. XXII. La cause de l'apparence de la couleur blanche, 34
- ART. XXIII. La cause de l'apparence de la couleur bleue, *ibid.*
- ART. XXIV. La cause de l'apparence de la couleur violette, *ibid.*
- ART. XXV. Qu'il n'est pas difficile de rendre raison pourquoi les rayons colorez qui passent au travers d'un prisme de verre, gardent toujours un certain ordre après ce passage, *ibid.*
- ART. XXVI. Qu'il n'est pas difficile de rendre raison de plusieurs expériences que l'on peut faire avec un prisme de verre, 35
- ART. XXVII. Pourquoi certaines couleurs sont plus belles & plus vives que d'autres, *ibid.*
- ART. XXVIII. La cause de l'apparence du vert, 36
- ART. XXIX. Remarques sur diverses apparences de lumière qu'on laisse entrer par un petit trou rond, & qu'on reçoit à diverses distances de ce trou sur des surfaces plates qui lui sont directement opposées, *ibid.*
- ART. XXX. Pourquoi les ouvertures des verres objectifs qui servent aux lunettes d'approche, doivent être proportionnées à la distance de leurs foyers. 43
- ART. XXXI. Ce que c'est que les couleurs fixes, 44
- ART. XXXII. Que l'on en compte ordinairement jusqu'à cinq principales, *ibid.*
- ART. XXXIII. La cause de l'apparence de la couleur blanche, *ibid.*
- ART. XXXIV. La cause de l'apparence de la couleur noire, 45
- ART. XXXV. La cause de l'apparence des autres couleurs fixes, 47

ART.



## TABLE DES CHAPITRES.

- ART. XXXVI. La cause de l'apparence de la couleur rouge, ibid.
- ART. XXXVII. Que suivant nos principes il est facile de trouver la cause de l'apparence des autres couleurs fixes. 48
- ART. XXXVIII. Qu'il y a deux ordres pour venir du blanc au noir, ibid.
- ART. XXXIX. Que parmi les couleurs, l'une est ordinairement causée par une moindre quantité de rayons, & toujours par des rayons plus ou moins foibles qu'une autre couleur, ibid.
- ART. XL. Pourquoi la couleur rouge éblouit la vûe, & pourquoi le vert la réjouit, 49
- ART. XLI. Que l'art de teindre des étoffes blanches en couleur, consiste à les couvrir d'une espece de vernis dur & coloré, ibid.
- ART. XLII. Que la couleur noire ne peut être teinte en aucune autre couleur, confirme cette pensée, 50
- ART. XLIII. Maniere de teindre des étoffes de laine blanche en couleur d'écarlate. ibid.
- ART. XLIV. Que la cochenille dont on se sert pour teindre l'écarlate, paroît être le cocon d'un insecte, lorsqu'on l'examine avec une loupe après l'avoir trempé quelques jours dans de l'eau, 52
- ART. XLV. Pourquoi l'on se sert d'alun dans la teinture. ibid.
- ART. XLVI. Pourquoi l'on se sert d'une chaudiere d'étain dans la teinture de l'écarlate, ibid.
- ART. XLVII. Que la dispute de deux Philosophes m'a fait entreprendre d'écrire touchant la refraction qui se fait dans l'air, ibid.
- ART. XLVIII. Que l'on peut supposer que la matiere qui est entre les particules de l'air grossier, est plus subtile que celle qui est entre les particules de l'air subtil, 53
- ART. XLIX. Qu'un rayon de lumiere, en passant une infinité de fois d'un air subtil à un autre qui l'est moins, fait à la fin une refraction sensible en décrivant une ligne courbe, ibid.
- ART. L. Pourquoi cette refraction paroît avoir été inconnue aux Anciens, 54

## TABLE DES CHAPITRES.

- ART. LI. *Qu'une experience faite avec une lunette d'approche, rend cette refraction fort sensible,* 54
- ART. LII. *Comment on pourroit trouver la hauteur de l'air grossier s'il y en avoit un qui fust homogene, concentrique à la terre, & enveloppé d'un autre moins grossier,* ibid.
- ART. LIII. *Que l'endroit où une infinité de tres-petites refractions insensibles commencent à en faire une tant soit peu sensible, n'est peut-être guères plus éloigné de la terre, que n'est l'air grossier qui cause les crepuscules,* 55
- ART. LIV. *Comment on peut determiner la hauteur de cet air grossier,* ibid.
- ART. LV. *Que le crepuscule cesse de paroître lorsque le soleil est sous l'horison environ de 20 degrez,* 56
- ART. LVI. *Que la hauteur de l'air grossier est environ de 10 $\frac{1}{2}$  lieues d'Allemagne,* 59
- ART. LVII. *La cause de l'apparence de l'aurore,* ibid.
- ART. LVIII. *Pourquoi la lune paroist éclairée, quoiqu'elle passe par le milieu de l'ombre de la terre,* ibid.
- ART. LIX. *Que l'on peut supposer qu'il y ait un air homogene, jusqu'à une certaine distance de la terre; que cet air fasse un atmosphere concentrique à la terre; & qu'il soit enveloppé d'un autre air plus subtil.* 60
- ART. LX. *Que si l'on donne une demi-lieuë de hauteur à l'atmosphere de l'air grossier, la refraction est environ en raison de 99968 à 99941, comme l'experience l'apprend.* 61
- Table des refractions, ou des excès des hauteurs apparentes par-dessus les veritables,* 62
- ART. LXI. *Que cette refraction ne peut pas faire paroître le diametre horisontal de la lune d'une seconde plus grand qu'il n'est,* 63
- ART. LXII. *Pourquoi les astres doivent paroître moins brillants à l'horison que lorsqu'ils en sont éloignez,* 64
- ART. LXIII. *Que la refraction dans l'air auroit une raison plus ou moins grande, suivant la differente hauteur de l'atmosphere de l'air grossier,* ibid.
- ART. LXIV. *La demonstration de deux lemmes qui sont necessaires pour faire voir que la refraction doit faire paroître le*



## TABLE DES CHAPITRES.

- ibid.
- ART. LXV. *Demonstration qui fait voir que la refraction qui se fait dans l'air, doit faire paroître le diametre vertical de la lune plus petit qu'il n'est,* 66
- ART. LXVI. *Que l'on fera voir dans un autre Chapitre pourquoi la lune doit paroître plus grande lorsqu'elle est à l'horison, que lorsqu'elle est au Zenith,* 68

## CHAPITRE V.

### Du point Optique.

- ARTICLE PREMIER. *Qu'un objet qui n'étend son image que sur l'extremité d'un seul des filets du nerf optique, peut être appelé un point, quelque grandeur que cet objet puisse avoir,* 69
- ART. II. *Que tous les rayons de lumiere qui tombent sur un objet d'une ligne en quarré font un nombre de 5837478428, lorsqu'il est suffisamment éclairé; mais qu'ils y occupent autant de place que s'il y en avoit 7429518000, qui y tombassent perpendiculairement,* ibid.
- ART. III. *Que l'on peut dire que tous les rayons de lumiere qui tombent sur une ligne en quarré, font un nombre de 11674956856, lorsqu'il est suffisamment éclairé,* 72
- ART. IV. *Qu'il n'est pas impossible qu'un nombre infiniment au de-là de 11674956856, puisse trouver assez de place sur un objet d'une ligne en quarré, & qu'il n'est par conséquent pas difficile de comprendre comment tous les rayons visuels se peuvent croiser,* ibid.
- ART. V. *Qu'un filet du nerf optique ne peut avoir guères plus de largeur que la cinquième partie du diametre d'un fil d'araignée, & pas plus de grosseur que la vingt-cinquième partie d'un fil de cet animal,* ibid.
- ART. VI. *Qu'un objet proche ou éloigné doit toujours paroître également éclairé, pourvu qu'il soit toujours également éloigné du corps lumineux,* 73

## TABLE DES CHAPITRES.

---

### CHAPITRE VI.

#### De l'Oeil.

- A**RTICLE PREMIER. *Description de l'œil,* 73  
ART. II. *Ce qui arrive dans une chambre obscure,* 76  
ART. III. *Comparaison de l'œil à la chambre obscure,* ibid.  
ART. IV. *Raison pourquoi l'on voit les objets proches & éloignés également distincts, & qu'il faut que le changement du cristallin, aussi bien que celui de tout l'œil, y contribue en même temps,* 77  
ART. V. *Ce qu'il faut faire lorsque l'objet est trop proche d'un œil trop plat, ou trop éloigné d'un œil trop voûté, pour voir cet objet distinctement.* 78  
ART. VI. *Pourquoi certaines personnes sont sujettes à être myopes, & d'autres à être presbytes,* 79
- 

### CHAPITRE VII.

#### De la Vision.

- A**RTICLE PREMIER. *Explication de la manière que se fait la vision,* ibid.  
ART. II. *Que les impressions que les objets font dans les membres extérieurs parviennent jusqu'à l'âme par l'entremise des nerfs, & que les Anatomistes trouvent trois choses différentes dans ces nerfs,* ibid.  
ART. III. *Que les différens mouvemens que les objets qui sont hors de nous communiquent aux esprits animaux, excitent en nous toutes les qualitez sensibles,* 80  
ART. IV. *Que les apparences de la lumière & de la couleur sont excitées en nous par les différens mouvemens que les rayons de lumière impriment dans les esprits animaux contenus dans les filets du nerf optique,* ibid.



## TABLE DES CHAPITRES.

- ART. V. *Que l'ame ne scauroit distinguer aucune partie d'un objet, qui ne trace son image que sur l'extrémité d'un seul filet du nerf optique, ni distinguer la diversité de ses couleurs,*  
81
- ART. VI. *Que les objets sont vus plus ou moins distinctement suivant qu'ils étendent leurs images plus ou moins sur la retine,*  
82
- ART. VII. *Qu'il y a six qualitez que nous appercevons dans les objets de la vûe, outre la lumière & la couleur, & comment on connoist la situation que les objets peuvent avoir à l'égard de nôtre corps,*  
ibid.
- ART. VIII. *Raison pourquoi l'on voit les objets dans leur situation naturelle, quoiqu'ils représentent leurs images renversées sur la retine,*  
ibid.
- ART. IX. *Que celui sur la retine duquel les objets auroient toujours tracé leurs images dans la vraie situation, verroit ces objets renversez, s'ils traçoient tout d'un coup leurs images renversées sur la retine,*  
ibid.
- ART. X. *Raison pourquoi les objets ne nous doivent pas paroître doubles, quoiqu'ils tracent leurs images dans le fond de chacun nos yeux,*  
83
- ART. XI. *Raison pourquoi l'on voit les objets doubles lorsqu'on détourne les yeux,*  
84
- ART. XII. *Raison pourquoi les loûches ne voyent pas les objets doubles, quoiqu'ils ayent les yeux détournés,*  
ibid.
- ART. XIII. *Comment on connoist la distance des objets,*  
85
- ART. XIV. *Fondement principal de l'art de peindre,*  
86
- ART. XV. *Comment l'imagination nous trompe dans le jugement qu'elle porte de la distance,*  
ibid.
- ART. XVI. *Ce qui contribue le plus à juger la lune plus éloignée de nous qu'elle n'est, lorsqu'elle est à l'horison,*  
87
- ART. XVII. *Comment on connoist la grandeur des objets*  
ibid.
- ART. XVIII. *Pourquoi nous voyons la lune plus grande à l'horison que vers le méridien,*  
88
- ART. XIX. *Comment on connoist la figure, le mouvement, & le repos des objets,*  
ibid.

## TABLE DES CHAPITRES.

- ART. XX. *Comment l'ame s'apperçoit des objets presens , & ce que c'est que l'imagination ,* 89
- ART. XXI. *Que les esprits animaux ne sont pas si fortement émus dans l'imagination , qu'ils le sont par la presence des objets , à moins que l'imagination ne soit extrêmement échauffée ,* ibid.
- ART. XXII. *Ce que c'est que l'imagination active , & ce que c'est que l'imagination passive ,* ibid.
- ART. XXIII. *Pourquoi l'on rencontre dans les hommes tant de differens caracteres d'esprits ,* 90
- ART. XXIV. *Pourquoi les hommes surpassent infiniment les bêtes par leur sçavoir , & pourquoi ce sçavoir est si tardif dans les hommes ,* ibid.

## CHAPITRE VIII.

De la maniere de travailler les verres de lunettes.

- ARTICLE PREMIER. *Que la bonté des grands verres de lunettes dépend principalement de la matiere dont on les fait ; mais qu'il est difficile d'en trouver qui soit bonne ,* 91
- ART. II. *Les deffauts qui se rencontrent dans la matiere ,* ibid.
- ART. III. *Ce que c'est que les points dans le verre ,* ibid.
- ART. IV. *Que la recuisson du verre sert à en ôter les points & les canaux invisibles ,* 92
- ART. V. *Qu'un air plus subtil que celui que nous respirons est celui qui fend quelquefois le verre ,* ibid.
- ART. VI. *Qu'il n'y a pas dequoi s'étonner qu'une lame de verre dont on casse la queue , se brise dans un ballon vuide d'air grossier , & qu'elle s'y brise avec plus de violence que dans l'air libre ,* 93
- ART. VII. *Pourquoi les points font du mal aux verres de lunettes ,* ibid.
- ART. VIII. *Comment on les peut éviter ,* 94



## TABLE DES CHAPITRES.

ART. IX. Ce que c'est que les larmes dans le verre, & le mal qu'elles font aux grands verres de lunettes,	ibid.
ART. X. Qu'elles y font plus de mal que les points,	ibid.
ART. XI. Quand elles y font le plus de mal,	95
ART. XII. Ce que c'est que les filets dans le verre, & le mal qu'ils font aux grands verres de lunettes,	ibid.
ART. XIII. Ce que c'est que les tables dans le verre,	ibid.
ART. XIV. La maniere d'éviter les tables & les fibres qui les accompagnent,	ibid.
ART. XV. Que les fibres sont le deffaut le plus considerable de tous ceux qui se trouvent dans le verre,	96
ART. XVI. Qu'il y a plusieurs sortes de fibres dans le verre,	ibid.
ART. XVII. Composition du verre qui sert aux miroirs & aux lunettes, & ce que c'est que les fibres,	ibid.
ART. XVIII. L'origine d'une certaine espece de larmes,	97
ART. XIX. Qu'il n'est pas necessaire de faire voir le mal que les fibres peuvent faire aux grands verres de lunettes, & qu'il y en a de plus dangereuses les unes que les autres,	ibid.
ART. XX. Qu'il est inutile de recommencer le travail d'un verre de lunette, qui n'a pas réussi dès la premiere fois, & pour quelle raison,	98
ART. XXI. Comment il faut travailler les grands verres de lunettes,	ibid.
ART. XXII. Comment il faut s'y prendre pour avoir les verres de lunettes d'un foyer déterminé,	99
ART. XXIII. Comment il faut adoucir les verres de lunettes,	100
ART. XXIV. Comment il les faut polir,	ibid.
ART. XXV. Qu'on a obmis quelques minuties que cette maniere a de commun avec toutes les autres,	101
ART. XXVI. Qu'il n'y a guères moyen de trouver une maniere par laquelle on réussisse mieux dans le travail des grands verres de lunettes, que celle que viens d'enseigner,	ibid.
ART. XXVII. Comment il faut travailler les oculaires,	ibid.
ART. XXVIII. Que les molettes & toutes sortes de machines, nuisent aussi bien dans le travail des oculaires, que dans	

## TABLE DES CHAPITRES.

<i>le travail des grands verres de lunettes,</i>	<i>ibid.</i>
ART. XXIX. <i>Comment il faut travailler les petites lentilles,</i>	
<i>103</i>	
ART. XXX. <i>Comment il les faut polir,</i>	<i>ibid.</i>
ART. XXXI. <i>Comment il faut faire les lentilles qui ont leur</i>	
<i>foyer, au dessous d'une quatrième partie de ligne,</i>	<i>ibid.</i>
ART. XXXII. <i>Que les deffauts du verre nuisent autrement</i>	
<i>aux oculaires &amp; aux lentilles, qu'ils nuisent aux grands verres</i>	
<i>de lunettes,</i>	<i>103</i>
ART. XXXIII. <i>Qu'il importe beaucoup que les ouvrages</i>	
<i>soient bien polis,</i>	<i>ibid.</i>

## CHAPITRE IX.

De la maniere de se bien servir des verres de lunettes.

ARTICLE PREMIER. <i>Qu'il y a deux choses qui em-</i>	
<i>pêchent les rayons paralleles de se réunir exactement dans</i>	
<i>un point,</i>	<i>103</i>
ART. II. <i>Qu'il n'y a pas moyen d'éviter l'une de ces deux</i>	
<i>choses séparément,</i>	<i>104</i>
ART. III. <i>Que la figure spherique y satisfait mieux que toute</i>	
<i>autre que l'imagination se pourroit former,</i>	<i>ibid.</i>
ART. IV. <i>Les démonstrations de quelques propositions touchant</i>	
<i>la reflexion,</i>	<i>105</i>
ART. V. <i>Les démonstrations de quelques propositions touchant</i>	
<i>la refraction,</i>	<i>111</i>
ART. VI. <i>Qu'il y a deux causes qui empêchent le parfait con-</i>	
<i>cours des rayons incidens paralleles à l'axe,</i>	<i>150</i>
ART. VII. <i>Que cela nous oblige à garder une certaine mesure</i>	
<i>dans les ouvertures des verres de lunettes,</i>	<i>151</i>
ART. VIII. <i>Maniere de déterminer ces ouvertures pour des ver-</i>	
<i>res de toute sorte de grandeur,</i>	<i>ibid.</i>
ART. IX. <i>Que tout ce que l'on vient de dire touchant les ouver-</i>	
<i>tures des verres de lunettes, est une suite de la nature du cercle</i>	



## TABLE DES CHAPITRES.

- & de la refraction,* 154
- ART. X. Pourquoi les ouvertures des lunettes & les foyers des oculaires doivent être en raison sousdoublée des foyers des objectifs, *ibid.*
- ART. XI. Sur quels principes on a dressé une table pour les ouvertures des objectifs & pour les foyers des oculaires. 155
- Table pour les ouvertures des objectifs, & pour les foyers des oculaires, *ibid.*
- ART. XII. Que la table a été dressée pour des lunettes à deux verres; & pourquoi il faut donner des ouvertures plus petites, & des oculaires plus foibles à des lunettes à quatre verres, 156
- ART. XIII. Que les lunettes doivent avoir des ouvertures d'autant plus petites que les objets sont plus lumineux, *ibid.*
- ART. XIV. Qu'il faudroit une lunette de près de 15 demi-diamètres de la terre, & un objectif de 706  $\frac{1}{2}$  pieds d'ouverture, pour voir un objet de 5 pieds de diamètre dans la lune, *ibid.*
- ART. XV. Comment on a fait ce calcul, *ibid.*
- ART. XVI. Qu'il n'y a que trois sortes de lunettes qui peuvent être d'usage, 158
- ART. XVII. Ce que c'est que les lunettes composées d'un objectif convexe & d'un oculaire concave, & leur deffaut, *ibid.*
- ART. XVIII. Que les lunettes de 11 ou de 12 pouces de longueur, avec un oculaire concave, ne peuvent pas être de grand usage, 160
- ART. XIX. Que les lunettes composées de deux verres convexes sont les meilleures de toutes, & pourquoi, 161
- ART. XX. Que les objets se doivent voir plus confusément vers les bords que vers le milieu de la lunette, & pourquoi, 163.
- ART. XXI. Pourquoi il est nécessaire de mettre un diaphragme au foyer commun de l'objectif & de l'oculaire, *ibid.*
- ART. XXII. Ce qui doit arriver lorsque l'oculaire est trop proche de l'objectif, & ce qui doit arriver, lorsqu'il en est trop éloigné, 164
- ART. XXIII. Ce que c'est que les lunettes à quatre verres, & leurs deffauts, 165

## TABLE DES CHAPITRES.

ART. XXIV. <i>Qu'une lunette à quatre verres est preferable à une à trois verres, quoi-qu'il semble que le contraire devoit arriver,</i>	166
ART. XXV. <i>Description d'une lunette à quatre verres, avec plusieurs remarques qu'on en peut faire,</i>	ibid.
ART. XXVI. <i>Premiere remarque touchant les lunettes à quatre verres,</i>	168
ART. XXVII. <i>Seconde remarque,</i>	ibid.
ART. XXVIII. <i>Troisième remarque,</i>	169
ART. XXIX. <i>Quatrième remarque,</i>	170
ART. XXX. <i>Cinquième remarque,</i>	171
ART. XXXI. <i>Plusieurs autres remarques touchant les lunettes à quatre verres,</i>	ibid.
ART. XXXII. <i>Description d'une lunette à trois verres, &amp; plusieurs remarques qu'on peut faire là-dessus,</i>	172
ART. XXXIII. <i>Qu'il est inutile de parler des lunettes à 5, à 6, à 7 verres, &amp;c.</i>	174
ART. XXXIV. <i>Que je ne parle pas des binocles, &amp; pour-quoi,</i>	ibid.
ART. XXXV. <i>Description d'un microscope à une seule lentille,</i>	ibid.
ART. XXXVI. <i>Les deffauts de ces microscopes, &amp; pour quels objets ils peuvent le plus servir,</i>	176
ART. XXXVII. <i>Description d'un microscope à deux verres,</i>	177
ART. XXXVIII. <i>Comment on peut éclairer un objet qui n'est pas suffisamment éclairé,</i>	178
ART. XXXIX. <i>Qu'il est necessaire de mettre un diaphragme dans un microscope à deux verres, &amp; ce qu'on en peut conclure,</i>	179

## CHAPITRE X.

Des observations faites avec des lunettes d'approche, & avec des microscopes.

**A**R TICLE PREMIER. *Qu'un objet dans la lune de 14000 pieds de diametre, se voit sous un angle de six*



## TABLE DES CHAPITRES.

- minutes, avec une lunette de 36 pieds, & dont l'oculaire a 3  
pouces,* 179
- ART. II. *Description d'une tache, à laquelle Riccioli a donné  
le nom de Tycho,* ibid.
- ART. III. *Qu'il y a apparence que cette tache, & la plupart des  
autres, sont des especes de villes,* 180
- ART. IV. *Que la tache de Tycho est la ville capitale de toutes  
celles qui sont situées autour,* ibid.
- ART. V. *Que les taches 4, 11, &c. sont aussi des villes capi-  
tales,* ibid.
- ART. VI. *Que les parties obscures ne sont pas des mers, comme  
on a crû; mais plutôt de grandes forests,* ibid.
- ART. VII. *Qu'il y a des Rochers dans la lune,* 181
- ART. VIII. *Que les fleuves, qu'il semble qu'on y découvre, ne  
peuvent pas être visibles, à moins d'avoir une tres-grande lar-  
geur,* ibid.
- ART. IX. *Que j'ai fait un verre de 600 pieds pour observer  
la lune,* ibid.
- ART. X. *Que je donnerai à ce verre une ouverture & un ocu-  
laire d'un pied, pour reconnoître dans la lune un objet de 3500  
pieds de diametre sous un angle de 6 min.* ibid.
- ART. XI. *Que je ferai une carte de la lune, lorsque j'aurai  
trouvé la commodité de me servir de ce verre,* 282
- ART. XII. *Ce qu'on observe à l'égard des deux planettes Venus  
& Mercure,* ibid.
- ART. XIII. *Que la planette de Mars paroist rougeâtre, &  
pourquoi,* ibid.
- ART. XIV. *Qu'il tourne en 24 heures 30 minutes sur son  
axe,* ibid.
- ART. XV. *Qu'il y a plusieurs bandes claires & obscures dans  
la planette de Jupiter,* ibid.
- ART. XVI. *Qu'il y a outre ces bandes plusieurs taches claires  
& obscures dans cette planette,* 183
- ART. XVII. *Qu'elle est accompagnée de quatre satellites, &  
comment ils font leur revolution,* ibid.
- ART. XVIII. *Pourquoi ces satellites paroissent quelquefois  
plus & quelquefois moins grands,* ibid.

## TABLE DES CHAPITRES.

- ART. XIX. *Que ces satellites ne tournent pas autour de leurs axes,* 184
- ART. XX. *Que le globe de Jupiter est semblable au globe de la terre,* ibid.
- ART. XXI. *Qu'il y a sur la terre des courants d'eau & des vents, qui vont continuellement d'Orient en Occident, & pour-quoi,* ibid.
- ART. XXII. *Que ces courants doivent être beaucoup plus forts dans le globe de Jupiter que sur la terre, & pour-quoi,* ibid.
- ART. XXIII. *Qu'il en doit arriver des changemens continuels dans le globe de Jupiter,* 185
- ART. XXIV. *Que les Astronomes de ce siècle ont été fort surpris de voir autour de Saturne un anneau mince & plat, qui se perd entierement de vûe, lorsqu'il presente son côté plat, ce qui lui arrive de 15 en 15 années,* 186
- ART. XXV. *Qu'il y a outre cet anneau cinq satellites, qui font leur revolution autour de cette planette,* ibid.
- ART. XXVI. *Que ces satellites se voient quelquefois plus, quelquefois moins grands, & qu'il y en a un qui se cachent entierement pendant un certain temps, & pourquoi,* 187
- ART. XXVII. *Pourquoi le dernier satellite de Saturne demeure dans chaque revolution plus d'un mois invisible, & pourquoi la lune ne tourne pas autour de son axe,* ibid.
- ART. XXVIII. *Que Saturne jette son ombre sur l'anneau, & l'anneau la sienne sur Saturne,* ibid.
- ART. XXIX. *Qu'il est vraisemblable que Saturne tourne autour de son axe, & pourquoi,* 188
- ART. XXX. *Ce qui doit arriver si Saturne tourne sur son axe, & l'anneau autour de Saturne,* ibid.
- ART. XXXI. *Ce qui devoit arriver s'il y avoit de l'eau sur le côté tranchant de l'anneau,* ibid.
- ART. XXXII. *Qu'on observe des taches dans le soleil; mais qu'elles sont rares à present,* 189
- ART. XXXIII. *Qu'il pourroit arriver qu'elles couvriroient toute la surface du soleil,* ibid.
- ART. XXXIV. *Ce qu'on observe touchant ces taches,* ibid.



# TABLE DES CHAPITRES.

ART. XXXV. Quelles conjectures on peut tirer de ces observations,	191
ART. XXXVI. Quelles conclusions l'on pourroit tirer de ces conjectures, supposé qu'elles fussent vraies,	ibid.
ART. XXXVII. Quelques observations de certaines lumieres venues dans le ciel,	192
ART. XXXVIII. Que les taches du soleil n'ont gueres d'épaisseur, & d'où on le peut connoître,	193
ART. XXXIX. Qu'un globe plus grand que toute la terre, se pourroit former dans le soleil, & ce qui pourroit arriver à ce globe,	ibid.
ART. XL. Que ce globe doit être entouré d'un atmosphere de fumée,	ibid.
ART. XLI. Que ce globe doit paroître au milieu d'une chevelure, & avec une queue de lumiere,	194
ART. XLII. Que cette queue peut paroître grande ou petite, & pourquoi,	ibid.
ART. XLIII. Ce qui arrivera à ce globe, lorsqu'il s'éloigne du soleil, en sorte que nous le perdons pour quelque temps de vue,	ibid.
ART. XLIV. Que ce globe nous doit faire voir à son retour vers le soleil, à peu près les mêmes phenomenes qu'il nous a fait voir en s'en allant, mais non pas entierement, & pourquoi,	195.
ART. XLV. Qu'on peut voir passer ce globe à côté de la terre en plusieurs manieres differentes,	ibid.
ART. XLVI. Que ce globe doit à la fin retourner vers le soleil, & pourquoi,	196
ART. XLVII. Qu'il peut arriver que ce globe ne montre que sa fumée,	ibid.
ART. XLVIII. Qu'il pourroit arriver que ce globe montreroit premierement sa fumée le matin, & ensuite le soir, avant que de paroître lui-même,	197
ART. XLIX. Que cette fumée peut paroître avec une raye obscure dans le milieu, & qu'elle peut paroître en forme d'une queue d'hirondelle,	ibid.
ART. L. Que ce globe doit paroître couper l'écliptique,	ibid.

## TABLE DES CHAPITRES.

- ART. LI. *Que ce globe décrira une ligne courbe, composée de trois mouvemens differens,* 198
- ART. LII. *Que sa fumée doit paroître décliner de l'opposition du soleil, & pourquoi,* ibid.
- ART. LIII. *Que le côté convexe de la fumée doit paroître avec plus de vivacité que le côté concave, & pourquoi,* ibid.
- ART. LIV. *Que ce globe doit être vu avec une lumière d'autant vive qu'il est plus proche du soleil,* ibid.
- ART. LV. *Comment ce globe peut paroître stationnaire & retrograde,* 199
- ART. LVI. *Que ce globe se peut faire voir dans tous les endroits imaginables du ciel, & sans aucun mouvement réglé,* ibid.
- ART. LVII. *Qu'il est impossible de marquer le temps de l'apparition de ce globe, &c.* 200
- ART. LVIII. *Que l'on peut dire que ce globe n'est autre chose qu'une comete, & pourquoi,* ibid.
- ART. LIX. *Qu'il n'est pas impossible que le noyau d'une comete puisse fournir autant de fumée qu'il faut pour former sa queue,* 201
- ART. LX. *Les opinions d'Aristote & de Descartes touchant les cometes,* ibid.
- ART. LXI. *Qu'on ne refutera pas l'opinion d'Aristote, puisque tout le monde en est assez revenu; mais qu'on refutera celle de Descartes; puisque la plupart des Philosophes d'aujourd'huy l'admettent,* 202
- ART. LXII. *Experience qui fait voir qu'un objet 134 $\frac{1}{2}$  fois plus éloigné du soleil que nous, est encore 3 ou 400 fois plus éclairé qu'il ne le seroit dans une belle nuit par toutes les étoiles ensemble,* ibid.
- ART. LXIII. *Que l'étoile fixe la plus proche de nous, doit être pour le moins 16000 fois plus éloignée de nous que n'est le soleil,* 203
- ART. LXIV. *Comment on a pu parvenir à ce calcul, & ce qu'on y a supposé,* ibid.
- ART. LXV. *Qu'il y auroit encore plusieurs autres moyens pour parvenir à la connoissance de l'éloignement des étoiles fixes,*



## TABLE DES CHAPITRES.

<i>sans avoir recours à la parallaxe,</i>	205
ART. LXVI. <i>Qu'il y a des étoiles fixes que l'on découvre, qui pourroient être des millions de fois plus éloignées de nous que le soleil,</i>	206
ART. LXVII. <i>Examen du système de Descartes touchant les comètes,</i>	ibid.
ART. LXVIII. <i>Qu'il y a des observations de quelques comètes fort proche de nous, &amp; au dessous de la lune, dont les Historiens font mention,</i>	208
ART. LXIX. <i>Qu'il est tres-difficile de mesurer leur distance de la terre, lorsqu'elles sont beaucoup au dessus de la lune, &amp; pourquoi,</i>	209
ART. LXX. <i>Comment on y peut parvenir le plus facilement,</i>	ibid.
ART. LXXI. <i>Plusieurs observations de la comète de l'année 1680, qui nous font connoître que cette comète n'a pu tirer son origine d'autre part que du soleil,</i>	210
ART. LXXII. <i>Qu'il est impossible que ces observations puissent convenir à l'hypothèse d'un mouvement égal de la comète par une ligne droite trajectoire, &amp; pourquoi,</i>	214
ART. LXXIII. <i>Qu'il n'est pas difficile de rendre raison de toutes les apparences de cette comète, en supposant qu'elle tire son origine du soleil,</i>	215
ART. LXXIV. <i>Objection &amp; réponse,</i>	219
ART. LXXV. <i>Méthode particulière pour chercher la distance qu'il y a de la terre à une comète,</i>	ibid.
ART. LXXVI. <i>Que cette méthode suppose que l'on sçache la distance du soleil à la terre,</i>	220
ART. LXXVII. <i>Qu'il seroit facile de connoître les distances des planettes à la terre, en connoissant la distance du soleil à la terre, &amp; comment,</i>	ibid.
ART. LXXVIII. <i>Comment on peut connoître le rapport que les distances des planettes ont entre elles,</i>	222
ART. LXXIX. <i>Qu'il faut avoir égard aux excentricitez des planettes &amp; de la terre en se servant de cette méthode,</i>	223
ART. LXXX. <i>Que les comètes se font voir plutôt l'hiver que l'été, &amp; pourquoi,</i>	ibid.

# TABLE DES CHAPITRES.

ART. LXXXI.	Que certaines pierres d'une prodigieuse grandeur qu'on a veü quelquefois tomber du ciel, n'ont pû venir que du soleil,	224
ART. LXXXII.	Comment une étoile peut paroître & disparoître après,	ibid.
ART. LXXXIII.	Comment une étoile peut paroître & disparoître en des temps reglez,	225
ART. LXXXIV.	Que les observations que l'on peut faire par le moyen des microscopes sont sans nombre,	ibid.
ART. LXXXV.	Que l'on voit une infinité d'insectes dans de l'eau coupie, & comment ils y viennent,	226
ART. LXXXVI.	Preuve de la conjecture precedente,	ibid.
ART. LXXXVII.	Que l'eau qui a été remplie d'insectes, devient quelquefois claire & transparente, sans qu'il y en ait aucun, & pourquoi,	ibid.
ART. LXXXVIII.	Que la semence des animaux quadrupedes se trouve remplie d'une infinité d'animaux en forme de grenouilles naissantes, & celle des oysseaux en forme de vers ou anguilles, pour la generation,	227
ART. LXXXIX.	Conjectures que j'ai tirées de cette observation,	227
ART. XC.	Ce que c'est que l'œuf de la femme, & comment un enfant vient ordinairement au monde,	230
ART. XCI.	Que l'on peut pousser bien plus loin cette nouvelle pensée de la generation, & comment,	ibid.
ART. XCII.	Ce que j'entens sous le nom de semence,	231
ART. XCIII.	Plusieurs observations touchant la semence des animaux,	ibid.
ART. XCIV.	Que l'on peut dire la même chose de la production des plantes, & que les animaux & les plantes se ressemblent beaucoup,	232







# ESSAY DE DIOPTRIQUE.



OMME les rayons de lumière sont les principaux objets de la Dioptrique, je commencerai ce petit Traité par la recherche de leur nature & de leur origine; je m'attacherai ensuite à la recherche de la nature des corps tant opaques que diaphanes. Je tâcherai de donner les raisons pourquoi les rayons s'étendent en ligne droite, en parcourant un corps diaphane de même espece; pourquoi en passant par des corps diaphanes de différente espece, ils se détournent de leur chemin en suivant exactement la regle des Sinus; pourquoi ils se reflechissent par la rencontre des corps durs; & pourquoi en se reflechissant, les angles d'incidence & de reflexion sont égaux.

J'expliquerai après cela ce qu'il faut entendre

A

## 2 ESSAY DE DIOPTRIQUE.

par un point en matiere d'Optique. Je ferai une petite description de l'œil, & je dirai comment se fait la vision. Ensuite je donnerai une maniere aisée de travailler toutes sortes de verres de lunettes, & la maniere de s'en servir avec utilité; & en dernier lieu, je donnerai plusieurs observations, qui ont été faites par leur moïen, & qui contribueront peut-être à l'éclaircissement des effets admirables de la nature.

### CHAPITRE I.

*De la nature & de l'origine des rayons de lumiere.*

ART. I.  
Que les Philosophes ne sont pas d'accord entr'eux s'il y a un vuide dans la nature ou non.

**L'**ON ne sçauroit douter qu'il n'y ait dans l'univers un nombre infini de petits corps differens en figure, en grandeur, & en mouvement; mais on n'est guere d'accord si ces corps ont besoin de vuide pour se mouvoir, ou si l'univers étant plein, il suffit pour cela qu'ils se brisent à l'infini.

ART. II.  
Qu'il est tres-difficile de concevoir que le mouvement se puisse faire sans vuide, si la matiere est telle que les Philosophes la conçoivent d'ordinaire.

Rien ne me semble plus mal-aisé que de soutenir le sentiment des derniers: car outre qu'il est tres-difficile de concevoir, que des corpuscules d'une petitesse infinie, & qui étant sans pores ne laissent aucune prise sur eux, puissent être tournez & figurez en boules, en vis, ou en telle autre maniere qu'il plaît à un Philosophe de leur donner, & dont il a besoin pour son système; il me semble tout-à-fait impossible que le mouve-



ment se puisse faire dans le plein tel que les Philosophes le conçoivent d'ordinaire. Car comment peut-on s'imaginer que deux corps qui se touchent immédiatement, puissent être séparés l'un de l'autre, puisque leur separation ne suppose pas seulement entre eux un intervalle le plus petit qu'il est possible, & par conséquent des corpuscules de même pour le remplir, ce qui détruiroit entierement la divisibilité de la matiere à l'infini, qui est si necessaire à ces Philosophes; mais puisqu'elle supposeroit encore que ces corpuscules n'auroient besoin d'aucun temps pour parcourir cet intervalle, & qu'ils pourroient être parvenus jusqu'au milieu en même temps & au même instant qu'ils y entrent par les bords.

Mais s'il se rencontre de grandes difficultez dans le sentiment des Philosophes dont je viens de parler, il ne s'en trouve pas moins dans celui des protecteurs du vuide, & je ne conçois pas comment on peut admettre dans la nature un rien tout pur avec des proprietétez qui ne peuvent convenir qu'à quelque chose de réel.

Je crois donc qu'il y a dans l'univers un nombre infini de petits corps differens en figure, en grandeur, & en mouvement; mais je crois en même temps qu'ils sont d'une dureté si parfaite, qu'ils ne peuvent être ni brisez, ni écornez, ni changez en aucune maniere; tellement qu'ils sont de vrais atomes, impenetrables & indivisibles de leur nature, quoique divisibles à l'infini par la

ART. III.  
Qu'il est encore plus difficile de concevoir un vuide dans la nature.

ART. IV.  
L'on peut croire qu'il y a dans l'univers un nombre infini de petits atomes differens en figure, grandeur, & mouvement.

#### 4      ESSAY DE DIOPTRIQUE.

pensée, & que dans un seul on en pourroit concevoir un nombre qui iroit au delà de celui des petits corps, dont tout le monde visible est formé.

ART. V.  
Qu'il y a une substance liquide, dont ces corps ou atomes sont entourés de toutes parts, & dans laquelle ils nagent sans s'entretoucher.

Je crois outre cela qu'il y a une substance infiniment étendue, par tout semblable à elle même, liquide & flexible, sans qu'elle se puisse briser ou separer en des parties qui n'ayant aucune liaison avec le tout en seroient entierement détachées, & qu'elle est par consequent comme un veritable tout sans parties. Et je crois enfin que cette substance n'est jamais en repos nulle part; mais qu'elle est comme le vehicule, & le premier mobile des petits corps, dont nous venons de parler, qui y nagent, pour ainsi dire, sans pouvoir jamais s'entretoucher en étant enveloppez de tous côtez sans en être jamais abandonnez en aucun endroit:

ART. VI.  
Que cette substance & les corps qu'elle enveloppe sont les deux seuls élemens, dont l'univers est formé.

Il s'ensuit delà que cette substance liquide & les corpuscules qu'elle enveloppe de tous côtez, comme nous venons de dire, sont les deux seuls élemens, dont tout l'univers est formé.

ART. VII.  
Que de cette substance liquide qu'on peut appeller le premier élément, sont formez le soleil, les étoiles fixes & les rayons de lumiere.

Le Soleil & les étoiles fixes, qui sont comme autant de soleils, ne sont que de grands amas de cette substance liquide que j'appellerai dans la suite le premier élément. Et pour ce qui est des rayons de lumiere, ce n'est autre chose que des filets tres-menus, ou pour mieux dire, de petits ruisseaux de ce premier élément, qui sortent du soleil & des étoiles, comme les eaux que l'on voit sortir d'une source.



CHAPITRE II.

*Des corps opaques, & des corps diaphanes.*

**P**OUR venir maintenant à l'examen de la nature des corps opaques & diaphanes, imaginons-nous encore, qu'il y a dans l'univers un amas infini de corpuscules differens en figure, en grandeur, & en mouvement; que ces corpuscules nagent dans le premier élément, dont ils sont entourés de toutes parts; mais qu'ils y nagent sans aucun ordre, & comme dans un véritable chaos, semblable à celui dont les anciens Poëtes nous ont parlé.

Cela étant supposé, puisqu'entre les corpuscules, les plus petits ont plus de surface que les grands à proportion de leurs masses, & qu'ainsi ils sont plus exposés au premier élément, qui est le premier mobile des uns & des autres, comme nous avons déjà dit, il arrivera que les plus petits corpuscules seront plus fortement agités que les plus grands, & qu'ainsi ils se débarrasseront des grands qui n'auront pas assez de mouvement pour les suivre. C'est ce que nous voyons arriver tous les jours dans une infinité de fermentations.

Or ils ne sçauroient s'en débarrasser qu'en deux manieres, ou en se mettant en un tas, pour ranger les autres tout au tour d'eux, & pour les chasser, comme d'un centre vers la circonference; ou

**ART. I.**  
Que les corpuscules du second élément nagent sans aucun ordre, & comme dans un véritable chaos dans le premier élément, c'est-à-dire, les petits parmi les grands, les cubes parmi les boules, &c.

**ART. II.**  
Que les petits se débarrassent des grands, parce qu'ils ont plus de mouvement qu'eux.

**ART. III.**  
Qu'ils ne peuvent s'en débarrasser qu'en deux manieres, ou en s'approchant, ou en

s'écartant les uns des autres.

ART. IV.  
Qu'ils s'embarrasseront en s'écartant les uns des autres, parce qu'ils ont plus de mouvement que les grands, qui s'approcheront par conséquent les uns des autres, & s'assembleront vers un centre.

bien en les chassant vers ce centre pour s'en aller eux-mêmes occuper la circonférence.

Mais comme il leur est bien plus facile d'aller du centre vers la circonférence, où le chemin leur est tout-à-fait ouvert pour y continuer leur mouvement, que d'aller de la circonférence vers le centre où ils s'embarrasseroient les uns les autres, & d'où ils seroient contraints de retourner aussi-tôt sur leurs pas; ils prendront plutôt le chemin qui va du centre à la circonférence, que celui qui va de la circonférence au centre, & chasseront ainsi les grands, vers le centre d'où ils viennent.

ART. V.  
Que de ces deux espèces de corps les grands sont appelés pesans, & les petits légers, & que ces grands doivent descendre vers leur centre commun avec une vitesse qui doit croître à chaque instant, suivant la progression des nombres, 1. 2. 3. 4. &c.

De ces deux sortes de corps les uns sont appelés pesans, & les autres légers; & comme ces premiers ne sont dits pesans, que parce que d'autres qui ont plus de mouvement qu'eux les poussent par une véritable percussion, & les chassent pour occuper eux-mêmes la place où ils sont, & qu'ainsi il n'y a pas la moindre nécessité qu'ils passent en descendant vers quelque centre par tous les degrés de vitesse possibles; nous pouvons facilement conclure qu'ils y descendront avec une vitesse qui croîtra à chaque instant, suivant la progression des nombres, 1. 2. 3. 4. 5. &c. supposé qu'il soit vrai, qu'ils reçoivent précisément à chaque instant un même degré de vitesse.

ART. VI.  
Qu'ils doivent descendre, suivant une autre pro-

Mais si au lieu de concevoir que la chute des corps pesans se fait vers quelque centre par des instans, l'on en prenoit un certain nombre pour



# ESSAY DE DIOPTRIQUE.

7

en faire un temps sensible comme un moment, & si l'on concevoit que cette chute se fit par des momens, nous trouverions, que si le chemin qui est parcouru par un corps grave dans le premier moment étoit 1, celui qui est parcouru dans le second moment seroit 2, & quelque chose de plus, & que cet excès seroit plus ou moins grand selon que le moment seroit composé de plus ou de moins d'instans, sans pouvoir pourtant jamais monter à deux; que le chemin qui est parcouru dans le troisième moment, surpasseroit autant le chemin qui est parcouru dans le second moment, que celui-ci a surpassé le chemin qui est parcouru dans le premier moment, & ainsi de suite.

gression, si l'on conçoit qu'ils descendent par des momens qui sont composés d'instans.

De cette maniere, si l'on avoit pris deux instans pour faire un moment, le corps grave seroit descendu suivant la progression des nombres 3. 7. 11. 15. ou bien ce qui est la même chose, & en même raison, suivant la progression des nombres, 1.  $2\frac{1}{3}$ .  $3\frac{2}{3}$ . 5. &c. en sorte que l'espace parcouru, & celui qui est à parcourir immédiatement après, auroient toujours été differens entr'eux de  $1\frac{1}{3}$ .

ART. VII.  
Qu'ils doivent descendre suivant la progression 1.  $2\frac{1}{3}$ .  $3\frac{2}{3}$ . &c. si chaque moment est composé de deux instans.

Progression des instans.	1. 2.	3. 4.	5. 6.	7. 8.	&c.
Progression des espaces dont chacun est parcouru en deux instans.	3.	7.	11.	15.	&c.
Ou en même raison.	1.	$2\frac{1}{3}$ .	$3\frac{2}{3}$ .	5.	&c.

# 8 ESSAY DE DIOPTRIQUE.

ART. VIII.

Qu'ils doi-  
vent descen-  
dre suivant la  
progreſſion  
des nombres.  
1. 2.  $\frac{4995}{5005}$  4.  $\frac{4985}{5005}$   
&c. ſi chaque  
moment eſt  
compoſé de  
1000. inſtans.

Si l'on avoit pris 1000 inſtans pour faire un moment, le corps grave ſeroit deſcendu ſuivant la progreſſion des nombres, 500500. 1500500. 2500500. 3500500. &c. ou bien ce qui eſt la même choſe & en même raiſon, ſuivant la progreſſion des nombres, 1. 2.  $\frac{4995}{5005}$ . 4.  $\frac{4985}{5005}$ . 6.  $\frac{4975}{5005}$ . &c. enſorte que l'eſpace parcouru, & celui qui eſt à parcourir immédiatement après, auroient touſjours été différens entr'eux de 1.  $\frac{4995}{5005}$ .

Progreſſion des inſtans.	1. 2. 3. &c. 1000.	1001. 1002. &c. 2000.	2001. 2002. &c. 3000.
Progreſſion des eſpaces dont chacun eſt par- cours en 1000 inſtans	500500.	1500500.	2500500.
Ou en meſme raiſon.	1.	2. $\frac{4995}{5005}$ .	4. $\frac{4985}{5005}$ .

ART. IX.

Qu'ils doi-  
vent descen-  
dre, pour  
ainſi dire, ſui-  
vant la pro-  
greſſion des  
nombres im-  
pairs, 1. 3. 5.  
7. &c. ſi cha-  
que moment  
eſt compoſé  
d'une infinité  
d'inſtans.

Au reſte, plus on auroit pris d'inſtans pour faire un moment, plus on ſeroit approché de la progreſſion trouvée par Galilée; c'eſt-à-dire de la progreſſion des nombres impairs, 1. 3. 5. 7. &c.

ART. X.

Comment la  
terre peut  
avoir été for-  
mée avec tout  
l'air qui l'en-  
vironne, & de-  
meurer dans

Si nous faiſons reflexion à preſent, que d'un amas d'une infinité de corps différens en figure, en grandeur, & en mouvement, les uns ſont contraints d'aller du centre à la circonſerence, & les autres de la circonſerence au centre; nous concevrons ſans peine comment la terre peut avoir été formée, & comment elle eſt demeurée juſqu'à preſent dans l'état où nous la voyons, entourée & preſſée par une matiere qui peſe vers ſon centre,

&



## ESSAY DE DIOPTRIQUE.

& qui s'étend, pour ainsi dire, d'étage en étage l'état où nous la voyons. jusqu'au delà de la lune.

L'air grossier que nous respirons, forme le premier étage, & pèse sur la surface de la terre, y étant poussé & pressé par une autre espèce d'air, ou matière plus subtile qui s'en débarrasse, & qui s'élève au-dessus de cet air grossier autant qu'il peut, pour y former un second étage, qui pèse par la même raison sur le premier, comme un troisième pèse sur celui-ci; & ainsi de suite, jusqu'au dernier qui pèse sur tout, & qui termine le tourbillon de la terre.

ART. XI.  
Comment l'air qui l'environne & qui doit être toujours de plus en plus subtil jusqu'à l'extrémité de son tourbillon, peut peser sur sa surface.

C'est par le poids de toute cette matière qui s'étend depuis la surface de la terre jusqu'à l'extrémité de son tourbillon, que les parties des corps solides sont liées si fortement ensemble que souvent on ne les sauroit desunir sans l'aide de quelque instrument, & que souvent même le feu le plus violent ne sauroit les séparer suffisamment les uns des autres pour les mettre en fusion, & les faire couler.

ART. XII.  
Comment le poids de tout cet air peut faire la solidité des corps.

On peut donc conclure que les corps que nous appellons fluides ne le sont, que parce que cette pesanteur ne peut pas lier leurs parties ensemble, soit à cause de leur figure, ou parce qu'il y a peu ou point de pesanteur qui agisse sur eux.

ART. XIII.  
Pourquoi certains corps doivent être fluides.

Le mercure n'est donc fluide qu'à cause que les petits corps dont il est composé, sont sans doute de petites boules massives & bien polies, qui ne peuvent être arrêtées.

ART. XIV.  
Pourquoi le mercure doit être fluide.

## ART. XV.

Pourquoi  
l'eau doit être  
un corps fluide  
& la glace  
un corps solide.

L'eau n'est fluide qu'à cause que ses petits corps ne sont peut-être que de petites boules, ou d'une figure approchante, creusées en dedans, ouvertes de toutes parts, & remplies d'une matiere fort subtile, qui ne peuvent être arrêtées, que lorsque le premier élément diminue au-tour d'elles, en sorte qu'en se rencontrant par leurs ouvertures, qui doivent presque faire l'effet de petits plans, elles ne puissent plus rouler, & qu'ainsi elles soient aussi-tôt liées ensemble par la pesanteur pour faire un corps solide & diaphane qu'on appelle de la glace; mais que la moindre chaleur, c'est-à-dire, la moindre augmentation du premier élément au-tour d'elles délie facilement, à cause de la petitesse des plans par lesquels ces corps sont liez ensemble.

## ART. XVI.

Pourquoi l'air  
tant grossier  
que subtil  
doit être  
fluide.

Si l'air est fluide, ce n'est qu'à cause que les petits corps dont il est formé, & qui ne sont apparemment que des filets tres-menus & mal arrangez, sont si peu liez ensemble & en si peu d'endroits, que le moindre mouvement les peut facilement desunir; mais l'air ou la matiere la plus subtile n'est fluide, que parce qu'il n'y a point de pesanteur qui agisse sur elle.

## ART. XVII.

Que les petits  
corps de l'eau,  
de l'air, &c.  
sont encore  
composez  
d'autres plus  
petits.

Au reste l'on peut croire que les petits corps qui composent le mercure, l'eau, l'air, & toutes sortes de corps solides sont encore formez chacun de plusieurs petits corps, qui se joignans de fort près, & par des plans qui sont fort grands à proportion de leurs masses, se peuvent rarement desunir.



Plusieurs raisons m'ont fait avancer que les petits corps, dont l'eau est composée, sont de petites boules, ou d'une figure approchante; qu'elles sont creusées en dedans, ouvertes de toutes parts, & remplies d'une matiere tres-subtile. La premiere est la difficulté qu'on trouve à la comprimer le moins du monde; la seconde est sa grande fluidité; la troisième, la facilité avec laquelle elle donne passage à la lumiere; & la quatrième, son peu de poids, qui n'est environ que la quatorzième partie du poids d'une égale portion de mercure. Et comme le mercure, qui n'est pas encore le plus pesant des corps que nous connoissons, donne un passage fort libre à la matiere magnetique, l'on peut croire que l'eau ne contient peut-être pas la vingtième, ou peut-être pas même la trentième partie de matiere que contiendrait une égale portion d'un corps qui seroit tout massif & sans pores: car il est constant par les principes que nous venons d'établir, que tous les corps ne pesent que suivant la quantité de matiere dont ils sont formez.

Et pour ce qui est de l'air, puisqu'il ne pese qu'environ la huitcentième partie d'une égale portion d'eau, il doit par conséquent contenir autant moins de matiere, & ses petits corps doivent être faits à peu près comme nous venons de le dire.

Après avoir déterminé en quoi consiste la solidité, aussi-bien que la fluidité des corps, il sera aisé de juger que les uns sont opaques, à cause

ART. XVIII.  
Raisons pour.  
quoi l'eau  
doit être com-  
posée de peti-  
tes boules  
creusées & ou-  
vertes de tou-  
tes parts, &  
l'air de petits  
filets.

ART. XIX.  
Pourquoi cer-  
tains corps  
doivent être  
opaques &

d'autres diaphanes.

que les rayons de lumiere n'ont pas assez de force pour séparer & pour ranger tellement leurs parties qu'ils puissent librement passer au travers; & que les autres ne sont diaphanes, que parce qu'ils peuvent facilement séparer leurs parties les unes des autres, & les ranger en sorte qu'ils les puissent penetrer assez librement.

ART. XX.  
Pourquoi le mercure doit être opaque, & le verre diaphane.

Le mercure, quoique fluide, sera pourtant opaque, à cause que les rayons de lumiere n'auront pas assez de force pour ranger les petites boules massives dont il est formé, en sorte qu'ils les puissent librement traverser. Et le verre au contraire, quoique solide, sera pourtant diaphane, par ce que ses petits corps sont peut-être des especes de poliedres, qui sont creux en dedans, ouverts par leurs plans, & remplis d'une matiere fort subtile, qui donne facilement passage aux rayons de lumiere. Son peu de poids prouve en quelque maniere ce que nous venons d'en avancer, & il est necessaire que ses petits corps soient des especes de poliedres, puisque le poids, & la pression de la matiere étherée ne les sçauroit sans cela lier ensemble, & en faire un corps solide.

ART. XXI.  
Pourquoi tous les corps que nous connoissons doivent s'allonger & se raccourcir continuellement.

Puisque nous avons dit que chaque petit corps est entouré de tous côtez du premier élément, qui n'est jamais en repos nulle part, on me pourroit objecter qu'aucun de ces petits corps ne le doit jamais être non plus; mais qu'ils doivent tous être dans une agitation continuelle, s'écartant ou s'approchant toujours quelque peu les uns des autres,



selon que le premier élément s'augmente au-tour d'eux, ou qu'il s'y diminue. Mais bien loin d'en desavoier la conséquence, j'en suis tres-persuadé, & je crois qu'on n'en sçauoit plus douter, depuis qu'on sçait par experience que plusieurs lames de differente matiere, comme de cuivre, de fer, de verre, &c. qui sont parfaitement de même grandeur aujourd'hui, ne le sont plus quelques jours après.

Et je croirois volontiers que c'est cette agitation continuelle des parties des corps solides, qui est la cause que l'on observe, qu'un pendule ne doit avoir que 3. pieds  $7\frac{1}{4}$ . lignes pour battre les secondes à l'Isle de Cayenne, & qu'il doit avoir 3. pieds  $8\frac{1}{2}$ . lignes pour battre les mêmes secondes à Paris : car un pendule qui a 3 pieds  $8\frac{1}{2}$ . lignes à Paris sera sans doute allongé de  $1\frac{1}{4}$ . lignes par le chemin jusqu'à la Cayenne; c'est-à-dire  $1\frac{1}{4}$ . lignes apparentes, & allongées, qui font  $1\frac{1574347}{6209288}$  ligne mesure de Paris : de maniere que si on l'accourcit de  $1\frac{1}{4}$ . lignes ou plutôt de  $1\frac{1574347}{6209288}$  dont il s'est allongé, il lui restera encore 3. pieds  $8\frac{1}{2}$ . lignes pour y battre les secondes de même qu'à Paris, & non pas 3 pieds  $7\frac{1}{4}$ . lignes, comme l'on a crû jusqu'à present.

Je crois encore que c'est cette agitation continuelle des parties des corps solides qui est la principale cause de tant de difference que l'on remarque entre les observations des Astronomes, qui se font en differens temps : car cette agita-

ART. XXII.  
Pourquoi il semble qu'un pendule ne doit avoir que 3. pieds  $7\frac{1}{4}$ . lignes pour battre les secondes à l'Isle de Cayenne.

ART. XXIII.  
Pourquoi les observations des Astronomes qui se font en differens temps, sont quelque-

14      **ESSAY DE DIOPTRIQUE.**

fois assez différentes entre elles.

tion des parties doit alterer assez sensiblement l'instrument avec lequel on fait les observations, & y apporter un changement assez remarquable; c'est-à-dire, si le limbe est d'une autre matiere que le reste de l'instrument, & que l'un soit, par exemple, de cuivre, & l'autre de fer, qui sont deux metaux qui s'allongent ou se racourcissent différemment. Pour y remedier on pourroit faire chaque instrument d'une même matiere, ou bien d'une seule fonte.

ART. XXIV.  
Que les planetes ont pû être formées comme la terre.

Si la terre a pû être formée de la maniere que nous l'avons dit, nous pouvons croire que les planetes, & même la lune & les satellites de Jupiter & de Saturne auront pû être formez de même, & qu'ils auront pû par la même raison demeurer jusqu'à present dans l'état où nous les voïons.

ART. XXV.  
Que le soleil doit être entouré d'une espece d'air de même que la terre est entourée du sien.

Au reste, nous pouvons croire que le soleil est entouré d'une matiere qui s'étend jusqu'au delà des planetes, & qui pese vers son centre, par la même raison que nous avons dit, que la matiere étherée qui environne la terre, pese vers le sien; & qu'ainsi cette matiere qui pese vers le soleil est aussi d'autant plus grossiere & d'autant plus condensée qu'elle en est plus proche.

ART. XXVI.  
Qu'on pourroit calculer la pesanteur reciproque de la matiere ou chaque planete fait sa révolution.

Et s'il est vrai que les rayons de lumiere sont la seule cause du mouvement des planetes, nous pourrions trouver en quelque maniere de combien la matiere, dans laquelle une planete fait sa révolution, est plus ou moins condensée & pesante, que celle où une autre fait la sienne, suppo-



se que l'on sçache leurs grandeurs & leurs distances du soleil.

Je pourrois dire ici pourquoi les satellites ont dû atteindre aux tourbillons de leurs planetes principales, & aller tous par consequent d'Occident en Orient; pourquoi la matiere, qui est à l'extrémité d'un tourbillon de quelque planete, doit être moins condensée, que celle qui est à l'endroit du tourbillon du soleil, où cette planete fait sa revolution; pourquoi ces deux differentes matieres, quoique l'une soit plus condensée que l'autre, ne se doivent pourtant pas confondre; pourquoi les tâches du soleil marchent si lentement au tour de cet astre; comment la terre peut être fort creusée en dedans; comment l'anneau de Saturne a pû être formé; pourquoi certains corps sont mols, & pourquoi d'autres sont tres-durs; pourquoi les corps durs sont ressort; pourquoi un corps se fond plus facilement qu'un autre; pourquoi le mercure est un dissolvant de plusieurs corps; pourquoi il doit descendre dans le barometre, lorsqu'il fait un temps pluvieux & orageux, & pourquoi il y doit monter, lorsqu'il fait un temps serein; pourquoi le sel empêche l'eau de se geler, & plusieurs autres choses de cette nature: mais cela me meneroit trop loin de mon sujet; outre que tout cela se déduit assez facilement des principes que nous venons d'établir.

ART. XXVII.  
Qu'on pour-  
roit résoudre  
plusieurs pro-  
blèmes de  
physique par  
les principes  
qu'on établit.



## CHAPITRE III.

*Des rayons qui s'étendent en ligne droite.*

ART. I.  
Pourquoi les  
rayons de lu-  
miere traver-  
sent certains  
corps en ligne  
droite.

**L**ORSQUE les rayons sortent des corps lumineux, ils rangent, comme nous avons déjà dit, les corpuscules les plus menus du second élément, en sorte qu'ils peuvent assez librement passer au travers ; & il est impossible qu'ils y puissent passer autrement qu'en ligne droite, tant que la matiere est homogène, & par tout semblable à elle-même le long de leur passage, & qu'ainsi cette matiere, en les pressant & en les poussant également de toutes parts, ne leur fait pas plus d'obstacle d'un côté que de l'autre ; mais qu'elle leur cede également par-tout. Cela est si évident qu'il ne me semble pas meriter une plus ample explication ; de même qu'il l'est, que ces rayons peuvent commencer à se mouvoir, & à se faire sentir à une distance immense de leurs sources, presque en même temps qu'ils en partent, & qu'ils s'en éloignent avec tout l'effort imaginable.

ART. II.  
Pourquoi il  
faut un peu de  
temps avant  
que la lumiere  
se puisse faire  
sentir à une  
tres-grande  
distance.

Je dis presque en même temps, parce que je conçois clairement qu'il faut tant soit peu de temps avant qu'un rayon de lumiere ait disposé & rangé les corpuscules, au travers desquels il prend son chemin ; en sorte qu'il se puisse faire sentir à une distance un peu grande, comme par exemple, du soleil jusqu'à la terre, & avant que le mouvement qu'il



qu'il acquiert à la source, puisse parvenir & être communiqué à son extrémité : De même qu'il faudroit tant soit peu de temps à l'eau, renfermée, par exemple, dans un boyau, avant qu'elle eust suffisamment étendu ses parois ; & avant qu'elle se fust mise en état de pouvoir couler d'un bout à l'autre avec un mouvement par tout égal.

Ce que la raison nous persuade ici l'expérience le confirme, & nous fait voir manifestement que le passage de la lumière n'est pas instantané, comme plusieurs grands Philosophes l'ont crû : car on a observé par de fréquentes éclipses du premier & du plus proche satellite de Jupiter, que son immersion est toujours tant soit peu anticipée, & son émergence tant soit peu retardée ; suivant que la terre par son cours annuel s'en approche ou s'en éloigne. L'on a conclu de là, qu'il faut quelque temps à la lumière pour traverser un certain espace, & l'on a trouvé par le calcul, qu'il lui faut environ 22 minutes de temps pour traverser tout le diamètre de l'orbe annuel de la terre, & par conséquent une seconde de temps pour traverser plus de onze cens fois cent mille toises, ou plutôt pour se faire sentir à cette distance.

D'ailleurs, il me semble que lors que j'entre avec un flambeau allumé dans une cave qui n'a pas été éclairée depuis long-temps, j'ai d'abord de la peine à reconnoître les objets, que je reconnois facilement à la même distance, dès que j'entre dans une chambre que le soleil a éclairée pendant

ART. III.  
Que cette raison se confirme par l'observation du premier satellite de Jupiter.

ART. IV.  
Et par une expérience que l'on peut faire avec un flambeau allumé dans un lieu qui n'a pas été éclairé de long-temps.

18 ESSAY DE DIOPTRIQUE.

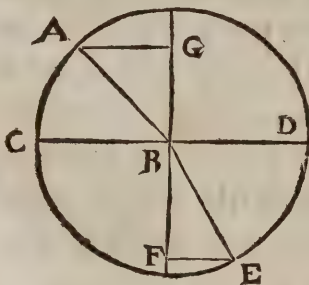
la journée. Je conclus de là que les ruisseaux de lumière n'ont pas été détruits dans la chambre, après quelques heures d'intervalle qu'ils ont cessé d'y être poussez, & d'y passer en ligne droite, comme ils l'ont été sans doute dans la cave, où il faut quelques instans à la lumière du flambeau pour former de nouveaux ruisseaux de lumière jusques aux objets, & de là jusques aux yeux.

CHAPITRE IV.

*De la refraction & de la reflexion.*

ART. I.  
Explication  
de la principale  
propriété  
de la refraction.

**L**A principale propriété de la refraction est, qu'un rayon de lumière, comme  $AB$ , parcourant un corps transparent, comme  $CAGB$ , & rencontrant obliquement en son chemin au point  $B$ , la surface unie d'un autre corps transparent, comme  $CDEF$ , qui lui donne un passage plus libre que le premier, se détourne au point d'incidence  $B$ , vers la droite



te  $FG$ , qui coupe la surface  $CD$  à angles droits : en sorte qu'ayant décrit du point  $B$  le cercle  $ADEC$ , le sinus de l'angle  $ABG$  ait une certaine raison au sinus de l'angle  $FBE$ , qui est exactement la même dans toutes les inclinaisons du rayon incident.



Lorsque les rayons de lumiere sortent de l'air, & qu'ils entrent dans le verre, cette raison des sinus est à peu près comme de 3 à 2: lorsqu'ils sortent de l'air, & qu'ils entrent dans l'eau, elle est fort près, comme de 4 à 3: & ainsi cette raison est differente suivant que les rayons en sortant de l'air, entrent dans differens corps diaphanes.

Une autre propriété des refractions est, qu'elles sont reciproques entre les rayons qui entrent dans un corps transparent, & ceux qui en sortent; c'est-à-dire, que si le rayon de lumiere AB, lorsqu'il entre dans un corps transparent, qui lui donne un passage plus libre que celui d'où il sort, s'approche de la perpendiculaire, & se rompt en BE; le même rayon EB, s'en éloigneroit précisément autant, & se romproit en BA, s'il retournoit de E en B.

Il s'ensuit que lorsque dans la refraction la raison des sinus est comme de deux à trois, l'angle d'incidence EBF, doit être plus petit que de  $41^{\text{d}} 48^{\frac{1}{2}}$ , afin que le rayon puisse sortir du corps transparent; & que cet angle ne doit pas excéder  $48^{\text{d}} 36'$ , si les sinus sont entre eux comme de 3 à 4, sans quoi le rayon n'en sçauroit sortir en aucune maniere.

Il s'ensuit encore que, lorsque cette raison est comme de 3 à 2, ou de 4 à 3, &c. un rayon entrera toujours dans un corps diaphane, quelque inclination qu'il puisse avoir.

Tout ceci s'accorde parfaitement bien avec

C ij

ART. II.  
Explication  
d'une autre  
propriété de  
la refraction.

ART. III.  
Premiere con-  
sequence ti-  
rée des pro-  
prietez de la  
refraction.

ART. IV.  
Seconde con-  
sequence tirée  
des proprie-  
tez de la re-  
fraction.

ART. V.  
Les proprie-  
tez de la re-  
fraction.

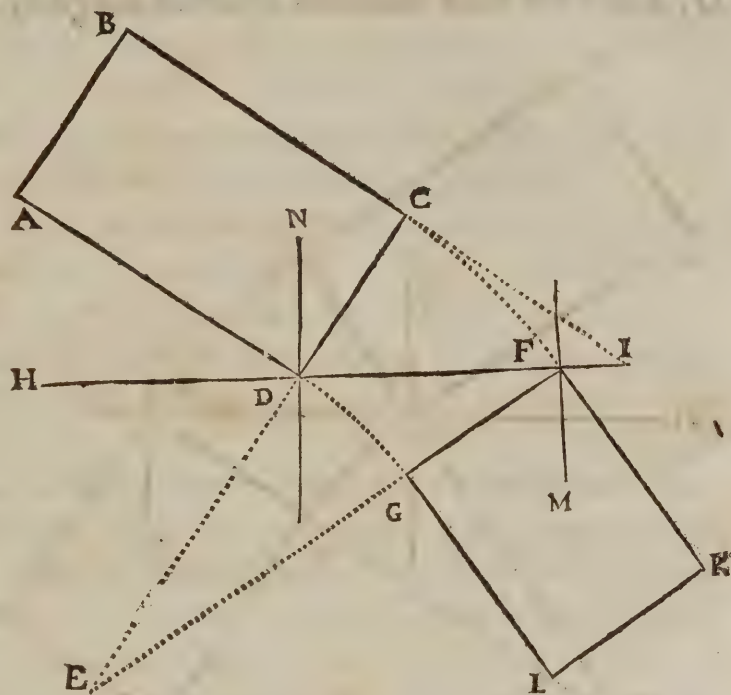




# ESSAY DE DIOPTRIQUE. C II

rompoit toûjours; en sorte que le sinus de l'angle d'incidence avoit exactement une même raison au sinus de l'angle rompu, & que cette raison étoit fort près, comme de 3 à 2.

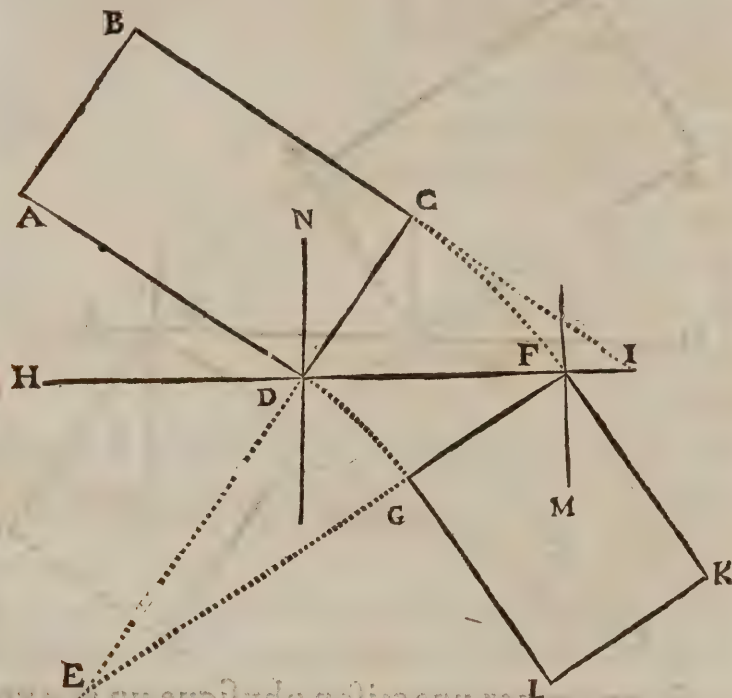
nus est fort près comme de 3 à 2, lorsque le rayon va de l'air dans le verre.



Pour donner une raison physique un peu vraisemblable de ces phénomènes, soit A B C D un rayon de lumière, qui après avoir traversé en ligne droite une matière subtile, comme par exemple, celle qui est entre les particules de l'air, & dont il étoit également pressé de toutes parts, rencontre obliquement au point D une matière plus subtile, comme par exemple, celle qui est dans les petits corps creux qui composent le verre.

ART. VII.  
Raison physique de la refraction en general.

Or comme cette dernière matiere, étant plus subtile, doit presser & pousser ce rayon avec moins de force que l'autre d'où il sort; il est évident que ce rayon, étant ainsi ferré dès le point D, entre ces deux matieres de force inégale, se-



ra contraint, malgré l'effort qu'il fera par sa rapidité pour continuer son mouvement en ligne droite, de suivre la pression de la matiere qui est supérieure en force, & à laquelle l'autre matiere sera obligée de céder; & ainsi le rayon s'approchera à chaque instant tant soit peu de la perpendiculaire ND, prenant son chemin le long d'une ligne courbe, jusqu'à ce que sa partie C se soit



plongée dans la même matiere, où sa partie D s'étoit déjà plongée. Mais si un rayon de lumiere, comme G L K F, après avoir traversé en ligne droite une matiere subtile, avoit rencontré au point F, une matiere moins subtile, & dont il auroit été par consequent pressé avec plus de force que par l'autre, il se feroit détourné de la perpendiculaire par une semblable raison que nous venons de voir qu'il s'en est approché.

Pour faire voir à present pourquoi la refraction se fait exactement suivant la raison des sinus : imaginons-nous que chaque rayon de lumiere est comme un vent qui souffle, ou comme de l'eau qui coule avec rapidité au travers d'un canal; & soit A B C D un rayon de lumiere, qui passe obliquement d'un corps transparent dans un autre, comme par exemple, de la matiere qui est entre les particules de l'air dans celle qui est dans les corps creux du verre, dont la surface H I, fasse la separation.

Or comme la matiere qui est entre les particules de l'air a esté supposée estre plus grossiere que celle qui est dans les petits corps du verre, elle doit contraindre ce rayon avec plus de force, & le pousser vers la perpendiculaire. Mais comme ce rayon s'avance avec une certaine force, & avec une certaine vitesse, il doit, suivant qu'il a plus ou moins de force & de vitesse, s'opposer plus ou moins à la matiere qui le pousse vers la perpendiculaire N D; & s'en approcher ainsi dès le premier instant

ART. VIII.  
Raison physique de la principale propriété de la refraction, qui est qu'elle se fait exactement suivant la raison des sinus.



14      **ESSAY DE DIOPTRIQUE.**

jusqu'à ce que ses forces & celles de la matiere qui est au dessous de la surface HI, balancent conjointement les forces de la matiere qui est audessus de cette surface, & qu'elles soient en parfait équilibre. Or comme la force du rayon est toujours la même, continuant toujours son chemin, avec une vitesse égale; que la matiere qui est au dessous de la surface HI le pousse toujours avec la même force pour l'éloigner de la perpendiculaire ND; & que la matiere qui est audessus de cette surface le pousse toujours avec la même force vers la perpendiculaire, depuis le chemin qu'il fait de CD en FG, ce que l'on peut supposer ici; il s'approchera de la perpendiculaire à chaque instant d'une égale quantité de chemin; & décrira ainsi deux arcs de cercle, CF, DG, jusqu'à ce qu'ayant atteint la surface HI, avec sa partie C, il traverse encore en ligne droite suivant les dernieres tangentes de ces arcs, la matiere qui est au-dessous de la surface HI, à cause qu'il en sera de nouveau pressé également de toutes parts, de même qu'il l'a été par la matiere qui est au-dessus de cette surface.

**ART. IX.**

Que la quantité de la refraction dépend d'un certain équilibre de forces que le rayon de lumiere, & l'une des deux matieres que ce rayon traverse, oppo-

Et comme la quantité de la refraction dépend de l'équilibre de ces deux forces l'une contre l'autre; & que nous ne connoissons, ni les forces absolues d'un rayon de lumiere, ni la force que l'une de ces matieres a par dessus l'autre, il nous est impossible de connoître jusqu'où peut aller cette quantité de la refraction autrement que par l'experience. Mais aussi-tôt qu'elle nous sera connue

pour



pour un seul angle d'incidence ; c'est-à-dire, que nous connoîtrons la proportion qu'il y a entre les deux arcs  $CF$ ,  $DG$ , nous la déterminerons facilement pour tout autre angle d'incidence : car puisque la force du rayon est toujours la même, continuant toujours son chemin avec une vitesse égale, de quelque maniere qu'il puisse être incliné sur la surface  $HI$  ; que la matiere qui est au-dessous de cette surface le presse toujours avec la même force pour l'éloigner de la perpendiculaire  $ND$  ; & que la matiere qui est au-dessus de cette surface le presse aussi toujours avec la même force vers cette perpendiculaire, d'où il suit que l'équilibre de ces deux forces : c'est-à-dire du rayon  $ABCD$  & de la matiere qui est au-dessous de la surface  $HI$ , contre la matiere qui est au-dessus de cette surface, est toujours le même ; les deux arcs  $CF$ ,  $DG$ , conserveront toujours une même raison entre eux dans tous les angles d'incidence, & seront par conséquent la veritable mesure de la refraction. Et comme ces deux arcs, quelque grandeur qu'ils puissent avoir, sont toujours entre eux en raison de leurs demi-diametres  $EC$ ,  $ED$ , ou  $EF$ ,  $ED$  ; il est évident que ces demi-diametres  $EF$ ,  $ED$  seront la veritable mesure de la refraction pour tous les angles d'incidence, & qu'ainsi la refraction se doit faire dans tous les angles d'incidence, suivant la raison des sinus : car dans le triangle  $EDF$ , le côté  $EF$  est le sinus de l'angle ( $EDF$ ) ou  $CDF$ , qui est égal à l'angle d'incidence  $ADN$ ,

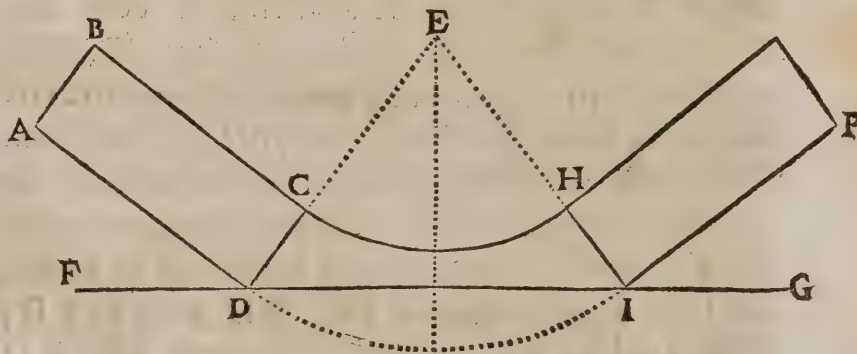
& le côté  $ED$ , est le sinus de l'angle  $EFD$ , qui est égal à l'angle rompu  $MFK$ .

ART. X.  
Que le rayon de lumiere doit reprendre précisé-ment le même chemin en re-tournant, qu'il a pris en allant.

Au reste, si ce rayon rebroussoit chemin, & qu'il s'avancât pour sortir de la matiere qui est aude-  
sous de la surface  $HI$ , avec la même force qu'il y est entré; il est évident qu'il seroit contraint de dé-  
crire les mêmes arcs  $GD$ ,  $FC$ , & qu'en reprenant  
précisément le même chemin par où il est venu,  
il se détourneroit de la perpendiculaire, suivant  
la raison des sinus  $ED$ ,  $EF$ .

ART. XI.  
Que les rayons de lumiere se doivent re-  
flechir, en sorte que leurs angles d'incidence, & de refle-  
xion soient égaux, lors-  
qu'en passant au travers de quelque ma-  
tiere, ils ren-  
contrent en leur chemin avec une cer-  
taine obliqui-  
té, une autre matiere qui leur fait plus de resistance.

Et si un rayon comme  $ABCD$ , après avoir  
passé en ligne droite au travers de quelque ma-  
tiere subtile, rencontroit une autre matiere moins  
subtile & separée de la premiere par la surface  $FG$ ,  
avec un angle d'incidence qui fut tel, que la par-



tie  $C$ , en décrivant son arc au tour du centre  $E$ ,  
ne puisse pas atteindre cette surface: c'est-à-dire,  
qu'il s'avancât parallèlement à cette surface avant  
que de l'avoir pû atteindre; il est évident qu'il  
continueroit son chemin de même qu'il l'auroit  
commencé dès le point  $D$ , jusques à ce, qu'après



avoir décrit les deux arcs DI, CH, il sortist de la matiere qui est audessous de la surface FG, au point I, de même qu'il y seroit entré au point D, & qu'il feroit par consequent les deux angles ADF, PIG, égaux; ce qu'on appelle reflexion.

S'il arrive donc que deux matieres, qui se touchent, soient tellement differentes en force, qu'un rayon de lumiere, en passant de l'une dans l'autre, soit obligé de décrire avec sa partie superieure un arc qui ait une raison à l'arc qu'il décrit avec sa partie inferieure, comme de 2 à 3, ce qui arrive lorsque le rayon passe du verre dans l'air; il est évident que ce rayon ne pourra pas entrer dans la matiere, qui est superieure en force; mais qu'il en reviendra comme s'il en étoit reflechi, dès que son angle d'incidence passe  $41^{\text{d}}, 48^{\text{'}\frac{1}{2}}$ .

Et je crois que toutes les reflexions des rayons sur des corps durs, comme la pierre, toutes sortes de métaux, &c. que nous tenons pour inbranlables, ne se font pas autrement: car si de deux matieres separées par quelque surface, l'une prévaloit tellement en force sur l'autre, qu'un rayon de lumiere fust obligé de décrire avec sa partie superieure un arc qui seroit à l'arc qu'il décriroit avec sa partie inferieure, comme 1 est à 100000, ou 200000, &c. il est évident que ce rayon ne pourroit point entrer dans la matiere qui seroit audessous de cette surface; mais qu'il en reviendroit avec un angle égal à l'angle d'incidence, quand même cet angle d'incidence ne

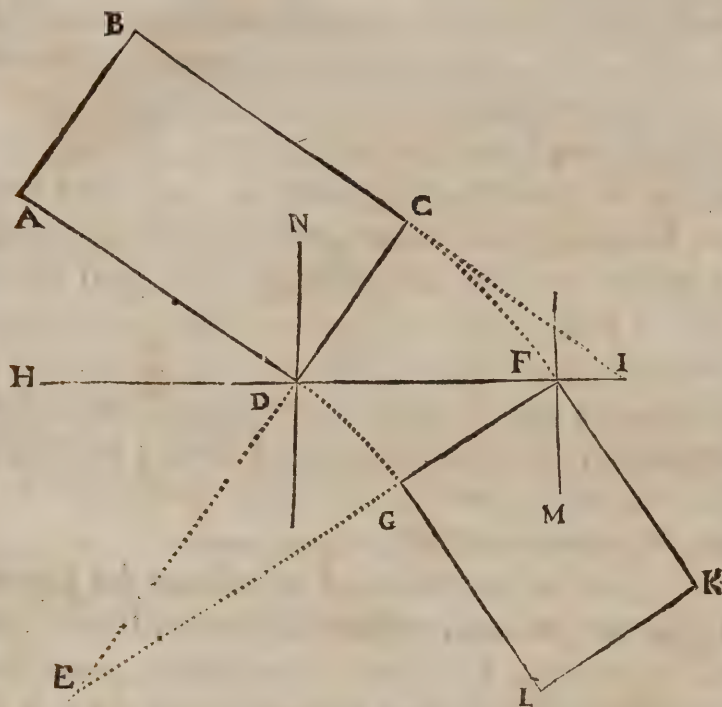
ART. XII.

Que les rayons de lumiere se doivent reflechir ainsi, lorsqu'en passant au travers de la matiere subtile qui est dans le verre, ils rencontrent en leur chemin avec un angle d'incidence de  $41^{\text{d}}, 48^{\text{'}}\frac{1}{2}$ , celle qui est entre les particules de l'air.

ART. XIII.

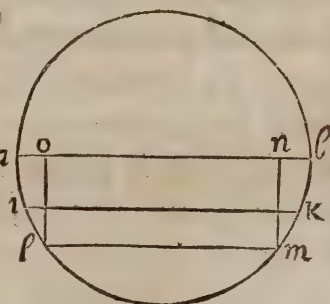
Pourquoi les rayons de lumiere se doivent reflechir à la rencontre de toute sorte de corps durs.

seroit que d'une seconde, ou d'un tiers, &c. & qu'ainsi ce rayon tomberoit, pour ainsi dire, perpendiculairement sur cette surface.



ART. XIV.  
Objection  
que l'on pour-  
roit faire con-  
tre mon hy-  
pothèse de la  
refraction, &  
réponse à cer-  
te objection.

On pourroit peut-être m'objecter que les rayons de lumiere, puisqu'ils ne doivent pas être confidez comme des parallelepipeds ; mais plutôt comme des cylindres , par ce qu'ils sont enfermez dans une matiere qui les presse tout-au-tour, bien loin de decrire des arcs de cercle, decriront deux li-





gnes courbes qui seront tout-à-fait d'une autre nature que les arcs de cercle : car soit par exemple le cercle,  $almb$ , la base du rayon cylindrique  $ABCD$ , & soit  $ab$  le diametre de ce cercle. Cela étant, si ce rayon s'est, par exemple, enfoncé dans la matiere qui est audeffous de la surface  $HI$ , jusqu'à la corde  $lm$ , il est manifeste qu'il fera poussé vers la perpendiculaire par la matiere qui est audeffus de cette surface, suivant le diametre  $ab$ , & qu'il sera repoussé, pour ainsi dire, pour s'éloigner de la perpendiculaire, par la matiere qui est audeffous de la surface  $HI$ , suivant la corde  $lm$ , & par celle qui est audeffus de cette surface, suivant les sinus verses  $ao, nb$  ; c'est-à-dire, que ce rayon sera serré entre ces deux matieres de force inégale, dont chacune le poussera, l'une pour l'approcher, & l'autre pour l'éloigner de la perpendiculaire, suivant la corde  $lm$ . Ensuite si ce rayon s'est enfoncé dans la matiere qui est audeffous de la surface  $HI$ , jusqu'à la corde  $ik$ , il est évident que ce rayon sera serré entre les deux matieres de force inégale, dont chacune le poussera, l'une pour l'approcher, & l'autre pour l'éloigner de la perpendiculaire, suivant la corde  $ik$ , & que ce rayon sera par consequent poussé avec plus de force vers la perpendiculaire, lorsqu'il s'est enfoncé dans la matiere qui est audeffous de la surface  $HI$ , jusqu'à la corde  $ik$ , que lorsqu'il s'y est enfoncé jusqu'à la corde  $lm$ . Plus ce rayon s'enfonce donc dans la

matiere qui est audessous de la surface HI, plus il sera poussé vers la perpendiculaire, jusqu'à ce qu'il y soit à moitié enfoncé; & après cela, plus il s'y enfonce, moins il sera poussé vers la perpendiculaire.

## ART. XV.

Que les rayons de lumiere, pendant qu'ils passent d'une matiere dans une autre, & qu'ils se détournent de leur chemin dans ce passage, décrivent des lignes courbes qui sont différentes des arcs de cercle.

Les rayons décrivent donc des lignes courbes qui sont entierement différentes des arcs de cercle; mais comme ces lignes courbes sont de telle nature, & observent une telle proportion les unes aux autres dans tous les angles d'incidence, que leurs tangentes, où les rayons commencent à souffrir la refraction, & où ils achevent de la souffrir, soient les mêmes que seroient celles des arcs de cercle, en cas que les rayons en décrivissent, comme il est aisé de voir par ce que nous venons de dire; cela ne doit en rien changer la nature de la refraction, & empêcher qu'on ne la puisse mesurer par des arcs de cercle, & qu'on ne la puisse concevoir, comme si les rayons en décrivoient effectivement.

## ART. XVI.

Que l'on pourroit rapporter plusieurs conséquences tirées de cette nouvelle hypothese de la refraction, que l'on reserve pour une autre occasion.

Je pourrois rapporter ici plusieurs choses peut-être assez curieuses, & qui seroient comme autant de conséquences tirées de mon hypothese de la refraction, si cela ne me menoit pas au delà des bornes que je me suis prescrites dans ce petit traité, & si je n'avois pas dessein d'en donner dans quelque temps un traité tout entier, où j'expliquerai tout au long la raison de la refraction du cristal d'Islande, & où je parlerai amplement des couleurs, & principalement de celles de l'Arc-en-ciel.



Cependant la principale consequence que l'on en puisse tirer, est que plus un rayon de lumiere a de force, & de rapidité en passant d'un corps transparent dans un autre, moins sa refraction doit être grande, ce qui peut bien passer pour un paradoxe assez considerable dans la Dioptrique; puisque tous ceux qui en ont écrit jusques à present, ont supposé comme un axiôme infaillible, que les rayons de lumiere se détournent seulement suivant la differente resistance des milieux.

La raison n'en est pas bien difficile ce me semble; car plus un rayon a de force, & de rapidité, plus il est en état de continuer son mouvement en ligne droite, & d'empêcher qu'il n'en soit pas détourné de côté ou d'autre par quelque cause étrangere.

Or je ne vois pas qu'il soit necessaire que tous les rayons de lumiere soient parfaitement égaux entre eux en force & en vitesse, & ce seroit même, ce me semble, une espece d'absurdité, que de leur vouloir attribuer une parfaite égalité; outre que l'experience nous apprend, que d'une infinité de rayons qui tombent sur la surface d'un corps diaphane avec un même angle d'incidence, les uns souffrent plus & les autres moins de refraction en traversant ce corps diaphane; ainsi nous pouvons établir les regles suivantes.

1<sup>o</sup>. S'il y a deux rayons de lumiere égaux en épaisseur & en vitesse, qui passent d'un corps diaphane dans un autre avec un même angle d'in-

ART. XVII.  
Que la principale consequence que l'on en peut tirer, est que la refraction doit être plus ou moins grande, suivant qu'un rayon de lumiere, en passant d'un corps transparent dans un autre, a plus ou moins de force, ou qu'il est plus ou moins rapide.

ART. XVIII.  
Raison pourquoi un rayon de lumiere en passant d'un corps transparent dans un autre, doit souffrir peu de refraction, lorsqu'il a beaucoup de force & de vitesse; & au contraire, beaucoup de refraction, lorsqu'il a peu de force & de vitesse; & qu'on peut établir là-dessus plusieurs regles.

cidence, ces deux rayons souffriront une même refraction.

2°. Si ces deux rayons de lumière sont égaux en vitesse, mais en épaisseur inégaux, le plus épais souffrira la moindre refraction; car il sera plus en état que l'autre de pouvoir continuer son mouvement en ligne droite, & de s'opposer à quelque cause étrangère qui feroit effort pour l'en détourner.

3°. Si ces deux rayons de lumière sont égaux en épaisseur, mais en vitesse inégaux, celui qui s'avancera avec la plus grande vitesse souffrira la moindre refraction: car il soutiendra mieux que l'autre l'effort de la matière qui se mettra en état de l'approcher, ou de l'éloigner de la perpendiculaire.

4°. Si ces deux rayons de lumière sont inégaux en épaisseur & en vitesse, en sorte que l'excès de l'épaisseur de l'un soit recompensé par l'excès de la vitesse de l'autre, ces deux rayons souffriront encore une même refraction.

5°. Si ces deux rayons de lumière sont inégaux en épaisseur & en vitesse, mais de telle sorte que l'excès de l'épaisseur de l'un ne soit pas recompensé par l'excès de la vitesse de l'autre, ces deux rayons souffriront une refraction inégale, & d'autant plus inégale, que ces excès se recompenseront moins l'un l'autre.

ART. XIX.  
Qu'il y a des  
rayons de lu-

Au reste, cette hypothèse nous conduit à la connoissance de la nature, & de l'origine des couleurs, dont



dont la refraction est inseparablement accompagnée; & c'est par cette hypothese qu'on peut, comme semble, rendre raison de ce phénomène, qui a paru jusqu'ici un des plus difficiles de la physique, & même tout-à-fait inexplicable: car les rayons de lumiere, entrant avec plus ou moins de force & de vitesse dans nos yeux, & agissant par consequent par des mouvemens differens sur les organes de la veuë, nous peuvent faire avoir des sensations differentes, & autant differentes peut-être qu'il faut, pour nous faire appercevoir une aussi grande diversité de couleurs comme l'on en apperçoit.

miere qui frappent les uns plus & les autres moins fortement les organes de la veuë, & que c'est en cela que consiste toute la diversité des couleurs que l'on apperçoit.

Si l'on établit donc cette hypothese, & si l'on examine avec attention tous les phénomènes de la lumiere qui passe au travers d'un prisme de verre, l'on pourra conclure, 1<sup>o</sup>. Qu'entre les rayons de lumiere ceux qui sont les plus vigoureux; c'est-à-dire, qui ont le plus d'épaisseur, & qui s'avancent avec le plus de vitesse, souffrant la moindre refraction en passant obliquement d'un corps transparent dans un autre, se separent du reste des rayons; & soit qu'il y en ait peu ou beaucoup, excitent en nous une sensation de lumiere que l'on appelle couleur rouge. Je dis peu ou beaucoup, parce que beaucoup de rayons rouges assemblez dans un certain espace, nous font paroître un rouge vif & éclatant, & que peu de ces rayons assemblez dans un même espace nous font paroître un rouge obscur.

ART. XX.  
La cause de l'apparence de la couleur rouge.

2<sup>o</sup>. Que ceux qui sont, par exemple, plus foi-

ART. XXI.  
La cause de l'apparence

de la couleur  
jaune.

bles d'un degré se separent encore des autres, & excitent en nous une sensation de lumiere que l'on appelle couleur jaune.

ART. XXII.  
La cause de  
l'apparence  
de la couleur  
blanche.

3°. Que ceux qui sont encore plus foibles d'un degré, & qui tiennent, pour ainsi dire, le milieu entre les rayons rouges, jaunes, bleûs, & violets, font la couleur blanche, aussi-bien, que ceux qui provenant du mélange des rayons rouges, jaunes, bleûs, & violets, y tiennent le même rang, & ont le même degré de force que les rayons blancs, lorsqu'ils en sont separez.

ART. XXIII.  
La cause de  
l'apparence  
de la couleur  
bleüe.

4°. Que ceux qui sont encore plus foibles d'un degré font la couleur bleüe.

ART. XXIV.  
La cause de  
l'apparence  
de la couleur  
violette.

5°. Et enfin que les plus foibles de tous, souffrans la plus grande refraction en passant obliquement d'un corps transparent dans un autre, se rangent à l'opposite de l'endroit, où ceux qui font la couleur rouge se sont rangez, & excitent en nous une sensation de lumiere, que l'on appelle couleur violette.

ART. XXV.  
Qu'il n'est  
pas difficile  
de rendre rai-  
son pourquoi  
les rayons co-  
lores qui pas-  
sent au tra-  
vers d'un pris-  
me de verre,  
gardent tou-  
jours un cer-  
tain ordre a-  
près ce passa-  
ge.

Après cela nous ne serons pas surpris de voir que les parties qui sont du côté de la convexité d'une lumiere courbée ou rompuë, prennent toujours une couleur rouge, & que celles qui sont du côté de la concavité de la courbure, prennent toujours une couleur violette, pourveu qu'on les reçoive à une distance qui convienne à leur refraction; que les parties qui sont proches du rouge, prennent toujours une couleur jaune, & que celles qui sont proches du violet, prennent toujours une couleur



bleûë; & enfin que la couleur blanche occupe toujours le milieu d'une lumiere courbée ou rompuë.

Nous ne ferons pas non plus surpris, pourquoi une lumiere rompuë conserve les mêmes couleurs dans le même ordre, après plusieurs refractions de suite, pourveu que les mêmes parties de la lumiere rompuë soient demeurées dans la même situation à l'égard de la convexité & de la concavité des courbures; pourquoi une seconde refraction qui est égale à la premiere, mais contraire, fait que les couleurs que la premiere avoit causée à la lumiere, se perdent entierement; & que cette lumiere n'ayant que de la blancheur, s'étende de même que si elle n'avoit point souffert de refraction: pourquoi une seconde refraction qui est contraire à la premiere, mais plus grande, change l'ordre des couleurs, c'est-à-dire, que le côté qui étoit violet & bleû devient rouge & jaune, &c.

ART. XXVI.  
Qu'il n'est pas difficile de rendre raison de plusieurs experiences que l'on peut faire avec un prisme de verre.

Il sera à propos de remarquer ici que les couleurs sont d'autant plus belles & plus vives que les refractions sont plus grandes: car les grandes refractions donnent occasion aux rayons de lumiere de se débrouïller les uns des autres à une distance assez petite de l'endroit où ils ont souffert la refraction, & nous donnent par consequent moyen d'enfermer dans un petit espace beaucoup de rayons rouges, dans un autre petit espace beaucoup de rayons jaunes, &c. au lieu que les petites refractions ne débrouïllent les rayons que bien loin de l'endroit où ils ont souffert la refraction;

ART. XXVII.  
Pourquoi certaines couleurs sont plus belles & plus vives que d'autres.



de là vient que la même quantité de rayons rouges, jaunes, &c. occupant un grand espace nous représente un rouge obscur, au lieu d'un rouge vif & éclatant, & un jaune obscur, au lieu d'un jaune vif & éclatant, &c.

Il est encore à propos de remarquer que les rayons qui restent après que les rayons rouges, jaunes, bleûs, & violets, s'en sont séparés par la refraction, nous font paroître une couleur blanche ou blanchâtre, suivant qu'ils sont assemblez en petite ou en grande quantité dans un certain espace; de même qu'il arrive lorsqu'il ne s'est fait aucune séparation de rayons, mais qu'ils sont encore confondus & mêlez les uns avec les autres.

ART. XXVIII.  
La cause de  
l'apparence  
du vert.

Et comme l'on sçait par expérience que le vert provient du mélange des rayons bleûs & jaunes, l'on ne sera pas étonné de voir dans le milieu d'une lumière fortement rompuë, du vert près de l'endroit où la refraction s'est faite, & du vert dans le milieu d'une lumière médiocrement rompuë à une certaine distance de l'endroit où la refraction s'est faite, puisqu'il est nécessaire que les rayons jaunes & bleûs s'y rencontrent, & y fassent du vert par leur mélange.

ART. XXIX.  
Remarques  
sur diverses  
apparences de  
lumière qu'on  
laisse entrer  
par un petit  
trou rond, &  
qu'on reçoit  
à diverses di-

Mais pour mieux concevoir tout ce que nous venons de dire à l'égard des couleurs apparentes comme on les appelle, & pour en raisonner plus juste & avec plus de fondement, il sera bon d'avoir remarqué auparavant avec exactitude les principaux phénomènes de l'expérience qui suit.



Soit AB le diametre du soleil de 32', & CD le diametre d'une petite ouverture ronde de 3 ou de 4 lignes ou plus ou moins, par laquelle on reçoit la lumiere dans un lieu bien obscur sur des surfaces plates EF, GH, IK, LM, &c. qui lui sont directement opposées.

stances de ce trou sur des surfaces plates qui lui sont directement opposées.

Voyez la figure suivante.

Si on la reçoit sur la surface plate EF, éloignée de l'ouverture CD, en sorte que, si du milieu de cette surface on tire les deux lignes NC, ND sur les deux extrémités de l'ouverture, l'angle CND soit d'un degré 4. min.

1°. Toute l'illumination EF sera à l'ouverture CD, en raison de 9. à 4; j'appelle toute l'illumination l'espace sur lequel la lumiere qui entre par l'ouverture, se repand sur quelque'une des surfaces plates, & illumination entiere l'espace de toute l'illumination diminué de l'espace qu'occupe la penombre.

2°. L'illumination entiere OP sera à l'ouverture CD, en raison de 1 à 4, & par consequent à toute l'illumination en raison de 1 à 9, & à la penombre en raison de 1 à 8.

3°. Chaque point de l'illumination entiere recevra un rayon de chaque point du soleil, & cette illumination aura par consequent en partage un quart de tous les rayons qui entrent par l'ouverture, & la penombre les trois autres quarts.

4°. La vivacité de la lumiere sur la penombre, ira toujours en diminuant depuis l'illumination entiere, où elle commencera, & finira à l'endroit





où chaque point ne recevra qu'un seul rayon du soleil.

Si l'on reçoit la lumière sur la surface plate  $GH$ , éloigné de l'ouverture  $CD$ , en sorte que, si du milieu de cette surface l'on tire les deux lignes  $CQ$ ,  $DQ$ , sur les deux extremitéz de l'ouverture, l'angle  $CQD$  soit de 32 min. qui est la grandeur du diametre du soleil.

1°. l'espace de toute l'illumination  $GH$  sera à l'ouverture  $CD$ , en raison de 4 à 1.

2°. L'illumination entiere ne sera qu'un point qui recevra un rayon de chaque point du soleil, & sera par consequent le centre de la penombre qui égalera toute l'illumination.

3°. La lumière de la penombre ira depuis ce centre toujours en diminuant jusqu'à la circonference qui la terminera, & dont chaque point ne recevra qu'un seul rayon du soleil.

Si l'on reçoit la lumière sur la surface plate  $IK$ , éloignée de l'ouverture  $CD$ , en sorte que, si du milieu de cette surface l'on tire les deux lignes  $CR$ ,  $DR$ , sur les deux extremitéz de l'ouverture, l'angle  $CRD$ , soit de 16 min.

1°. Toute l'illumination  $IK$  sera à l'ouverture  $CD$  en raison de 9 à 1.

2°. L'illumination entiere  $ST$  sera égale à l'ouverture  $CD$ , & par consequent à toute l'illumination en raison de 1 à 9, & à la penombre en raison de 1 à 8.

3°. Chaque point de l'illumination entiere sera

éclairé par le quart du soleil, & cette illumination aura par conséquent en partage le quart de tous les rayons qui entrent par l'ouverture  $CD$ , & la penombre les trois autres quarts.

4°. La lumière de la penombre ira toujours en diminuant depuis l'illumination entière jusqu'à l'ombre, où chaque point ne recevra qu'un seul rayon du soleil.

Et si l'on reçoit enfin la lumière sur la surface plate  $LM$ , éloignée de l'ouverture  $CD$ ; en sorte que, si du milieu de cette surface l'on tire deux lignes  $VC$ ,  $VD$ , sur les deux extremités de l'ouverture, l'angle  $CVD$  soit de 8. min.

1°. Toute l'illumination  $LM$  sera à l'ouverture  $CD$  en raison de 25 à 1.

2°. L'illumination entière  $XY$  sera à l'ouverture  $CD$ , en raison de 9 à 1, & par conséquent à toute l'illumination en raison de 9 à 25, & à la penombre, en raison de 9 à 16.

3°. Chaque point de l'illumination entière  $XY$  sera éclairé par la  $\frac{1}{9}$  partie du soleil, & cette illumination aura par conséquent en partage les  $\frac{1}{9}$  de toute la lumière qui entre par l'ouverture  $CD$ , & la penombre les  $\frac{8}{9}$  qui restent.

4°. La lumière de la penombre ira toujours en diminuant depuis l'illumination entière jusqu'à l'ombre, où chaque point ne recevra qu'un seul rayon du soleil.

Il est encore à remarquer en general; 1°. Que depuis l'ouverture  $CD$  jusqu'au point  $Q$ , où le concours



concours de deux lignes, qui viennent des deux extremités de l'ouverture  $CD$ , fait un angle de  $32'$ , qui est la grandeur du diametre du soleil, les diametres des anneaux de la penombre seront les uns aux autres en raison de leurs distances de l'ouverture; & qu'à l'autre côté du point  $Q$  chacun de ces diametres sera égal au diametre de l'ouverture à quelque distance de l'ouverture que l'on reçoive la lumiere.

2°. Que toutes les illuminations seront les unes aux autres en raison doublée de leurs distances de l'ouverture  $CD$ , augmentées chacune de la distance qu'il y aura du point  $Q$  à cette ouverture.

3°. Que les illuminations entieres seront les unes aux autres en raison doublée de leurs distances du point  $Q$ .

4°. Que depuis l'ouverture  $CD$  jusqu'au point  $Q$ , chaque point dans une illumination entiere sera éclairé par une quantité égale de rayons, & par autant de rayons que sera éclairé un point dans toute autre illumination entiere: car chaque point sera éclairé par un rayon de chaque point du soleil, ce qui fera une vivacité de lumiere égale dans toutes ces illuminations. Et qu'à l'autre côté du point  $Q$ , chaque point d'une illumination entiere sera éclairé par une quantité égale de rayons, & que la vivacité de lumiere dans une illumination entiere, sera à la vivacité de lumiere dans une autre illumination entiere, en raison doublée reciproque de leurs distances de l'ouverture  $CD$ .

5°. Que depuis l'ouverture  $CD$ , jusqu'au point  $Q$ , la quantité de la lumière qui tombera en partage à quelque illumination entière, sera à la quantité de la lumière qui tombera en partage à quelque autre illumination entière, en raison doublée de leurs distances du point  $Q$ ; & qu'à l'autre côté du point  $Q$ , la quantité de la lumière qui tombera en partage à quelque illumination entière, sera à la quantité de la lumière qui tombera en partage à quelque autre illumination entière, en raison doublée de leurs distances du point  $Q$ , divisées par le quarré de leurs distances de l'ouverture  $CD$ .

6°. Que la vivacité de la lumière sur quelque penombre sera d'autant plus grande qu'elle sera plus proche de l'ouverture.

7°. Que la vivacité de la lumière sur quelque penombre ira toujours en diminuant depuis son illumination entière jusqu'à l'ombre où chaque point ne recevra qu'un seul rayon du soleil.

8°. Que depuis l'ouverture  $CD$  jusqu'au point  $Q$ , la quantité de la lumière qui tombera sur une illumination entière, sera à la quantité de la lumière qui tombera sur toute l'illumination : c'est-à-dire, à la quantité de la lumière qui entrera par l'ouverture  $CD$ , en raison de l'illumination entière à l'ouverture  $CD$  : & qu'à l'autre côté du point  $Q$ , la quantité de la lumière qui tombera sur une illumination entière, sera à la quantité de la lumière qui tombera sur toute l'illumination, comme cette illumination entière, divisée par le quarré de



sa distance de l'ouverture CD, sera à l'unité.

9. Que depuis l'ouverture C D jusqu'au point Q, la quantité de la lumière qui tombera sur quelque illumination entière, sera à la quantité de la lumière qui tombera sur sa penombre, comme cette illumination sera à la différence qu'il y aura entre cette illumination & l'ouverture CD; & qu'à l'autre côté du point Q, la quantité de la lumière qui tombera sur quelque illumination entière, sera à la quantité de la lumière qui tombera sur sa penombre, comme cette illumination divisée par le quarré de sa distance de l'ouverture C D, sera à la différence qu'il y aura entre cette illumination ainsi divisée par le quarré de sa distance de l'ouverture C D, & l'unité.

Si l'on fait tant soit peu de reflexion sur ce que nous avons dit de l'inégalité des rayons de lumière, tant à l'égard de leur épaisseur, qu'en ce qui regarde leur rapidité, & sur ce que nous avons dit de l'inégalité de leurs refractions, aussi-bien que de la diversité de leurs couleurs qui en sont des suites nécessaires, comme nous avons vû; il nous sera aisé de juger pourquoi les ouvertures des verres objectifs qui servent aux lunettes d'approche, doivent être proportionnées à la distance de leurs foyers, & par conséquent, pourquoi, ni les hyperboles, ni les ellipses, ni aucune autre figure que l'on pourroit s'imaginer, ne pourront jamais répondre aux esperances qu'en avoient conçûs plusieurs grands hommes qui ont écrit de la Dioptri-

ART. XXX.  
Pourquoi les  
ouvertures  
des verres ob-  
jectifs qui  
servent aux  
lunettes d'ap-  
proche doi-  
vent être pro-  
portionnées à  
la distance de  
leurs foyers.

que, & qui aiant fondé leurs raisonnemens sur de faux principes, les avoient préférées au cercle, quoiqu'elles lui soient véritablement inférieures, comme il seroit aisé de le prouver.

ART. XXXI.  
Ce que c'est  
que les cou-  
leurs fixes.

Il nous reste maintenant à dire un mot des couleurs fixes & permanentes, comme on les appelle, parce qu'elles paroissent toujours à peu près les mêmes, soit qu'on les regarde directement ou obliquement.

ART. XXXII.  
Que l'on en  
compte ordi-  
nairement  
jusqu'à cinq  
principales.

L'on en compte ordinairement jusques à cinq principales, le blanc, le noir, le rouge, le jaune, & le bleu. Toutes les autres se peuvent faire par le mélange de quelques-unes de celles-ci.

ART. XXXIII.  
La cause de  
l'apparence  
de la couleur  
blanche.

Ces sortes de couleurs se voient dans les verres colorez, sur les fleurs, sur les étoffes, sur les métaux, &c. Et si quelques-uns de ces corps paroissent teints d'une couleur blanche, ce n'est que parce qu'ils ont une infinité de tres-petites éminences convexes, sur lesquelles les rayons de lumière se réfléchissent, comme sur autant de tres-petits miroirs convexes, sans souffrir de refraction, & sans changer par conséquent de modification. Car en se réfléchissant ainsi, ils nous doivent faire voir une infinité de tres-petites images du soleil; & par conséquent une infinité de points blancs ou de la blancheur, parce que le soleil même nous paroît blanc, comme on le peut facilement remarquer, quand on le regarde au travers d'un tres-petit trou rond fait avec une éguille dans une feuille de leton.

Si les petites éminences de ces corps étoient cou-



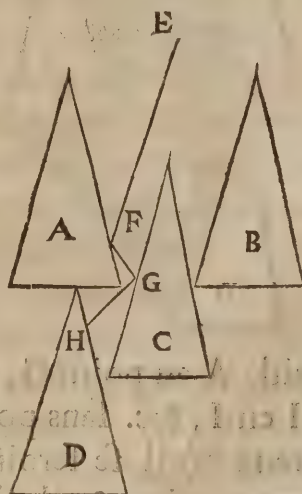
vertes d'une espece de vernis ou de cristal clair & transparent, ils devroient encore paroître d'une couleur blanche : car les rayons de lumiere, en se reflechissant sur ces éminences, comme sur autant de miroirs convexes de verre étamez par derriere, ne changeroient pas de modification par le double passage au travers de ce vernis ou cristal, (supposé que chacune de ces éminences en soit également couverte) & ainsi nous y devroient pareillement faire voir une infinité de tres-petites images du soleil.

Il n'y a aucune couleur qui soit plus opposée au blanc que le noir ; & comme cette couleur n'est proprement qu'un défaut de lumiere, tous les corps nous doivent paroître noirs, lorsque les petites parties qui les composent, ont une certaine figure, & sont rangées en sorte que leurs surfaces ne reflechissent point

de lumiere vers nos yeux, ou qu'elles en reflechissent trop peu pour ébranler suffisamment les organes de la veüe.

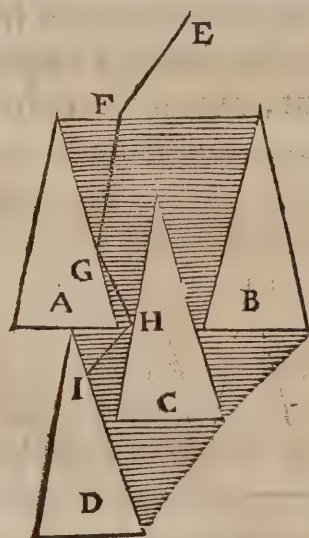
S'il y avoit par exemple, des corps composez de cônes ou de pyramides languettes & fort pointuës, comme A, B, C, D, &c. il y auroit tres-peu de rayons de lumiere qui tombant sur ces corps, pussent s'en dégager, & il

AR. XXXIV.  
La cause de  
l'apparence  
de la couleur  
noire.



nes'en dégageroit que ceux qui y tomberoient vers les pointes. Tous les autres rayons, comme par exemple, E F, qui se reflechit de F en G & de G en H, &c. y seroient absorbez, ne pouvant remonter ni sortir du creux où ils se seroient engagez ; & ces rayons exerçans alors leurs efforts au dedans de ces corps, où ils perdroient la qualité de rayons en se dispersant au tour des corpuscules du second élément, échaufferoient par conséquent ces corps bien davantage, que s'ils avoient rencontré des corps blancs qui les auroient reflechis aussi-tôt.

Au reste, si les intervalles de ces pyramides A,



B, C, D, &c. étoient remplis d'une espèce de vernis ou de cristal transparent ; il arriveroit encore à peu près la même chose ; car presque tous les rayons y seroient absorbez de même.

Le rayon E F, par exemple, tombant sur la surface de ce vernis ou cristal, se romproit au point de son incidence F ; & rencontrant ensuite la surface de la pyramide A au point G, s'en reflechiroit en H, & de H en I, &c. sans pouvoir remonter & sortir du creux où il se seroit engagé. Le verre noir, la pierre noire, & plusieurs autres corps semblables sont sans doute de cette dernière sorte de corps.



Pour donner raison de l'apparence des autres couleurs, comme du rouge, du jaune, du bleu, &c. supposons qu'il y ait une matiere transparente parsemée d'une infinité de tres-petites parcelles qui empêchent également les rayons de lumiere d'en revenir par reflexion, ou de la traverser, si elle est tellement épaisse qu'il n'y ait, pour ainsi dire, aucun rayon qui ne trouve quelque obstacle en son chemin, & qui ne soit arrêté par quelque une de ces parcelles. Cela étant, il est manifeste que cette matiere ne sera plus transparente, mais qu'elle sera tout-à-fait noire & opaque.

ART. XXXV.  
La cause de  
l'apparence  
des autres  
couleurs fixes.

Mais si nous supposons que cette même matiere ait si peu d'épaisseur, que plusieurs rayons de lumiere la puissent traverser sans rencontrer aucune de ces parcelles en leur chemin; nous pouvons croire que ceux qui l'accompagnent, ne trouvant pas la même facilité de passer, puisqu'ils se trouvent arrêtez par quelques-unes de ces parcelles, & faisant pourtant effort pour sortir de cette matiere de façon ou d'autre, se joindront en partie aux rayons qui la traversent librement, & les fortifieront ainsi pendant leur passage; c'est-à-dire, qu'ils les grossiront, & qu'ils les feront aller avec plus de rapidité, comme nous voyons qu'une riviere devient & plus large & plus rapide par la jonction d'une autre qui se jette dans son lit.

ART. XXXVI.  
La cause de  
l'apparence  
de la couleur  
rouge.

Or comme nous avons vû que les rayons de lumiere ne nous font paroître une couleur rouge, que parce qu'ils sont épais & rapides, nous pou-

vons croire que les rayons après avoir traversé cette matiere transparente, ne paroîtront rouges, que parce qu'ils s'y sont fortifiez pendant leur passage, & qu'ils s'y sont peut-être fortifiez de la maniere que nous venons de l'expliquer.

ARTICLE  
XXXVII.

Que suivant  
nos principes  
il est facile de  
trouver la  
cause de l'ap-  
parence des  
autres cou-  
leurs fixes.

Il sera à present aisé de juger que, suivant ces principes, plusieurs rayons de lumiere auroient pû, en passant au travers de quelque corps transparent, s'y fortifier autant qu'il auroit fallu pour faire paroître du jaune, & qu'ils auroient pû au contraire y être affoiblis autant qu'il auroit fallu pour faire paroître du bleu, du violet, &c.

ARTICLE  
XXXVIII.

Qu'il y a deux  
ordres pour  
venir du blanc  
au noir.

Par tout ce que nous venons de dire l'on voit qu'il y a deux ordres dans les couleurs pour passer du blanc au noir; l'un le blanc, le jaune, le rouge, & le noir; & l'autre le blanc, le bleu, le violet, & le noir; mais qu'il y a cette difference à remarquer, que l'on peut en quelque maniere passer du blanc au noir par le bleu, sans qu'il soit necessaire que les rayons de lumiere souffrent de refraction, au lieu que cela est absolument necessaire, en passant du blanc au noir par le jaune.

Ar. XXXIX.

Que parmi les  
couleurs, l'u-  
ne est ordi-  
nairement  
causée par  
une moindre  
quantité de  
rayons, &  
toujours par  
des rayons  
plus ou moins

L'on voit encore que le blanc est ordinairement causé par quantité de rayons; mais que les rayons ne sont jamais ni trop forts, ni trop foibles; que le jaune & le bleu sont ordinairement causez par une moindre quantité de rayons; mais qu'ils ont toujours un peu plus de force dans le jaune, & un peu moins de force dans le bleu que ceux qui font

la



la blancheur; que le rouge & le violet sont ordinairement causez par une moindre quantité de rayons que le jaune & le bleû; mais que ceux qui font le rouge ont toûjours plus de force que ceux qui font le jaune; & qu'au contraire ceux qui font le violet, ont toûjours moins de force que ceux qui font le bleû; & qu'enfin un rouge brun & foncé tirant vers le pourpre est ordinairement causé par une petite quantité de rayons qui ont beaucoup de force; c'est-à-dire, qui frappent vivement & avec violence les organes de la vûë, même à les incommoder, & à les blesser en quelque façon, comme cela se trouve par experience.

foibles qu'une autre couleur.

C'est pour cette raison que le rouge ébloüit la venë, laquelle le vert réjoüit; or le vert la réjoüit, parce que les rayons de lumiere qui causent cette couleur, ne sont ni trop forts, ni trop foibles, ni en trop grande, ni en trop petite quantité, étant un mélange de rayons jaunes & bleûs.

ART. XL.  
Pourquoi la couleur rouge ébloüit la vûë, & pourquoi le vert la réjoüit.

Nous avons dit que les corps qui ont une infinité de tres-petites éminences convexes, nous doivent paroître blancs en nous y faisant voir une infinité de tres-petites images du soleil, comme par exemple, les étoffes blanches, le linge, &c. sur lesquelles les rayons de lumiere se reflechissent, comme sur autant de miroirs convexes, sans souffrir de refraction, & sans changer par conséquent de modification. Nous avons dit de plus, que la même chose devoit encore arriver, quoique chacune de ces petites éminences fust couverte égale-

ART. XLI.  
Que l'art de teindre des étoffes blanches en couleur, consiste à les couvrir d'une espece de vernis dur & coloré.

ment d'une espece de vernis, ou de cristal clair & transparent; mais si chacune de ces éminences étoit également couverte d'une tres-petite épaisseur de vernis ou de matiere transparente, telle que nous venons de la décrire; il est évident que les rayons de lumiere, passans au travers de cette matiere, & y repassans après avoir été reflechis par ces éminences, nous feroient paroître ces corps, ou rouges, ou jaunes, ou blancs, &c. suivant la disposition & la structure interieure des parties qui composent cette matiere, & suivant que ces rayons y auroient été ou fortifiez ou affoiblis par ce double passage. L'on peut donc croire à present que tout l'art de teindre des étoffes blanches en couleur ne consiste qu'à les couvrir d'une espece de vernis rouge, jaune, ou bleu, &c. & de faire outre cela que ce vernis soit durable, & d'une couleur bien vive & bien éclatante. Or cette derniere chose arrivera, si l'on y ajoûte un peu d'alun, ou quelque autre matiere semblable, qui garde, comme dans une espece de cristal assez durable, les parcelles que nous avons vû être la principale cause de la lumiere colorée, & qui empêche que les rayons de lumiere, en rangeant ces parcelles, par l'effort continuel qu'ils y font en les traversant, n'y fassent en trop peu de temps des passages trop libres de tous côtez, & n'éclaircissent par consequent la couleur, que le premier arrangement de ces parcelles avoit fait naître.

ART. XLII.  
Que la cou-

Et ce qui me confirme dans la pensée que tout



l'art des Teinturiers ne consiste qu'à couvrir les étoffes blanches d'une espece de vernis rouge, jaune, ou bleû, &c. c'est que la couleur noire ne se change jamais en une autre, par quelque nouvelle teinture; mais qu'elle reste toujours noire comme elle étoit auparavant; car les rayons de lumiere, après avoir traversé le nouveau vernis, se perdent dans le corps noir sans en pouvoir revenir.

Pour teindre, par exemple, des étoffes de laine blanche en couleur d'écarlate, comme cela se pratique à peu près aux Gobelins de Paris, & dont l'invention est due à un Hollandois appelé Kuffelaar; on prend pour une livre d'étoffe un demi sceau d'eau de pluye bien claire, une once & demie du meilleur tartre pulverisé, un quart d'once d'alun romain, &  $\frac{3}{16}$  d'once d'étain dissou dans deux onces d'eau forte; & aiant laissé bouillir tout cela dans une chaudiere d'étain, environ l'espace d'une heure, l'on en ôte l'étoffe, l'on rince la chaudiere, & l'on y met de nouveau avec l'étoffe un demi sceau d'eau bien claire, &  $\frac{1}{4}$  d'once de tartre pulverisé. L'on y met ensuite, dès que l'eau commence à bouillir, une once de la meilleure cochenille bien pulverisée, & le  $\frac{1}{8}$  d'une once d'étain dissou dans une once d'eau forte, & aiant ainsi laissé bouillir l'étoffe pendant une demi-heure, on l'ôte de la chaudiere, & on la lave dans de l'eau chaude. Il est à observer que sans l'alun romain la couleur tireroit vers l'orangé, & que l'eau de la riviere des Gobelins n'est pas plus propre pour

leur noire ne peut être teinte en aucune autre couleur, confirme cette pensée.

ART. XLIII.  
Maniere de teindre des étoffes de laine blanche en couleur d'écarlate.

teindre en écarlate, que l'eau de pluye, & peut-être moins.

ART. XLIV.  
Que la cochenille dont on se sert pour teindre l'écarlate paroît être le cocon d'un insecte, lorsqu'on l'examine avec une loupe après l'avoir trempé quelques jours dans de l'eau.

La cochenille est la base & la principale drogue qui fait la couleur rouge par le suc rouge qu'elle contient. C'est le cocon d'un petit insecte de l'Amérique, séché au soleil ou dans le four; ce qu'on peut facilement connoître en le trempant deux ou trois jours de suite dans de l'eau, où reprenant sa figure naturelle, il se fait voir par le moïen d'une loupe de 5 ou 6 lignes de foier, à peu près comme cette figure le représente, couché sur le dos. J'en ai ouvert plusieurs, & j'ai trouvé que la plûpart étoient remplis d'une tres-grande quantité de petits œufs qui me donnerent un suc extrêmement rouge en les coupant.



ART. XLV.  
Pourquoi l'on se sert d'alun dans la teinture.

L'alun sert, comme nous avons déjà dit, à rendre la couleur plus belle & plus éclatante, & à la conserver; & si le vernis qui se fait du suc rouge de la cochenille, de l'alun & des autres ingrediens, étoit aussi dur & durable que les verres colorez que l'on voit dans des Eglises, il pourroit conserver sa couleur pendant des siècles entiers, sans changer & sans s'éclaircir sensiblement.

ART. XLVI.  
Pourquoi l'on se sert d'une chaudiere d'étain dans la teinture de l'écarlate.

L'on se sert d'une chaudiere d'étain & non pas d'une de cuivre, parce que l'eau forte tireroit une couleur bleüe du cuivre.

ART. XLVII.  
Que la dispute de deux

J'aurois pû finir ici le chapitre de la refraction sans parler de celle qui se fait, lorsque les rayons de lumiere passent de l'air subtil dans un autre qui



l'est moins, puisqu'elle est fondée sur les mêmes principes que celle qui se fait, lorsque les rayons de lumiere passent de l'air dans le verre: mais la dispute nouvelle de deux philosophes de grande reputation, dont l'un prétend que cette refraction est la veritable cause de la grandeur apparente de la lune dans l'horison, semble m'obliger à en dire un mot en passant, & à examiner si elle en peut être la veritable cause.

Philosophes  
m'a fait entre-  
prendre d'é-  
crire touchant  
la refraction  
qui se fait dans  
l'air.

Nous sçavons déjà que la terre est environnée d'un atmosphere d'air qui est d'autant plus subtil qu'il en est plus éloigné. Et comme nous avons supposé qu'entre les matieres subtiles qui donnent passage aux rayons de lumiere, celle qui est entre les particules de l'air est plus grossiere que celle qui est dans les particules qui composent le verre; nous pouvons encore supposer que la matiere subtile qui est entre les particules d'un air subtil, est plus grossiere que celle qui est entre les particules d'un air moins subtil.

ART. XLVIII.  
Que l'on peut  
supposer que  
la matiere qui  
est entre les  
particules de  
l'air grossier,  
est plus subti-  
le que celle  
qui est entre  
les particules  
de l'air subtil.

Cela étant ainsi supposé, il est évident qu'un rayon de lumiere, passant d'un air subtil dans un air moins subtil, & de cet air moins subtil dans un autre encore moins subtil, & ainsi de suite jusqu'à ce qu'il soit parvenu jusqu'à la surface de la terre, souffrira une infinité de tres-petites refractions insensibles, & décrira ainsi une ligne courbe, dont la tangente qui entrera dans l'œil, nous donnera la quantité sensible de toutes les refractions insensibles, & nous fera voir le lieu apparent d'un objet,

ART. XLIX.  
Qu'un rayon  
de lumiere, en  
passant une in-  
finité de fois  
d'un air subtil  
à un autre qui  
l'est moins,  
fait à la fin u-  
ne refraction  
sensible en dé-  
crivant une li-  
gne courbe.

puisque les objets ne se voyent qu'en ligne droite.

ART. L.  
Pourquoi cette refraction paroît avoir été inconnue aux Anciens.

Cette refraction paroît avoir été entièrement inconnue aux anciens : car s'ils en avoient sçu la moindre chose, ils n'auroient pas été surpris de voir la lune éclipsée pendant que le soleil étoit encore sur l'horison. L'étonnement de Ptolomée n'auroit pas été si grand, lorsqu'il observa l'équinoxe deux fois le même jour ; & les Hollandois, lorsqu'ils furent obligez d'hiverner à la nouvelle Zemble, auroient pû comprendre pourquoi ils voioient le soleil 17 jours avant qu'ils le dussent voir suivant leur calcul Astronomique.

ART. LI.  
Qu'une expérience faite avec une lunette d'approche, rend cette refraction fort sensible.

Il y a une expérience qui rend cette refraction fort visible, qui est qu'un même objet veû en des temps differens avec une lunette d'approche qu'on laisse immobile, ne se trouve pas toujours à la même hauteur, mais paroît ou plus ou moins haut, suivant le changement arrivé à l'air, au travers duquel les rayons de lumiere prenoient leur passage.

ART. LII.  
Comment on pourroit trouver la hauteur de l'air grossier s'il y en avoit un qui fût homogène, concentrique à la terre, & enveloppé d'un autre moins grossier.

S'il y avoit un air homogène, élevé depuis la surface de la terre jusqu'à une certaine hauteur, & enveloppé d'un autre air homogène moins subtil, & concentrique à la terre, l'on trouveroit facilement cette hauteur si l'on comparoit l'excès de la hauteur apparente, que quelqu'astre auroit par dessus la véritable à l'horison, avec l'excès de la hauteur apparente que cet astre auroit par dessus la véritable hauteur, lorsqu'il seroit éloigné de quelques degrez de l'horison ; mais comme l'atmosphère de l'air, qui environne la terre, est depuis la



surface de la terre jusqu'à l'extrémité de son tour-

billon, d'autant plus subtil qu'il en est plus éloigné ; il n'y a guere moien de déterminer la hauteur de cet atmosphere : c'est-à-dire, à quelle distance de la terre il commence.

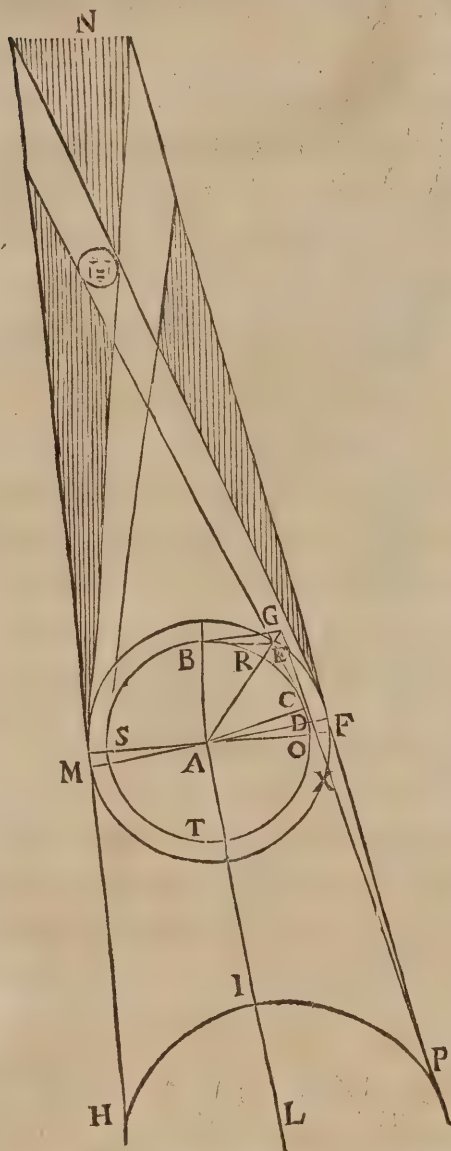
Cependant beaucoup de raisons me font croire que l'endroit de l'atmosphère, où une infinité de tres-petites refractions insensibles faites depuis son extrémité, comment à en faire une tant soit peu sensible, n'est guere éloigné de la terre, & peut-être pas plus que n'est l'air grossier qui cause les crepuscules.

ART. LIII.  
Que l'endroit où une infinité de tres-petites refractions insensibles commençant à en faire une tant soit peu sensible, n'est peut-être guéres plus éloigné de la terre, que n'est l'air grossier qui cause les crepuscules.

Pour déterminer la hauteur de cet air grossier, foit  $BDT$  la circonference de la terre, dont  $A$  est

ART. LIV.  
Comment on  
peut determi-

ART. LIV.  
Comment on  
peut determi-



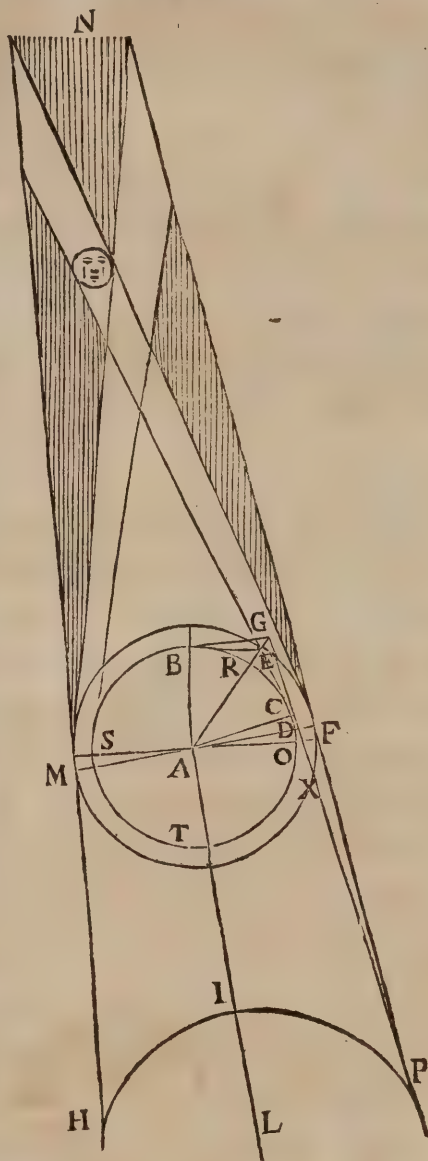

ner la hauteur  
de cet air  
grossier.

ur le centre, soit  $EFX$ , &c. les circonferences de plusieurs atmospheres d'airs concentriques à la terre, & d'autant plus grossiers qu'ils en sont plus proches; soit  $BG$  l'horison visible; soit  $HIP$  le corps du soleil dont  $L$  est le centre; soit  $MNF$ , l'ombre de la terre; & soit enfin  $MTD$ , la partie de la terre illuminée par le soleil, qui est, à cause de l'excès du diametre du soleil, par dessus celui de la terre, environ de  $180^d 28'$ , & par consequent sa moitié  $TD$ , c'est-à-dire, l'angle  $TAD$  de  $90^d 14'$ .

ART. LV.  
Que le crepus-  
cule cesse de  
paroître lors-  
que le soleil  
est sous l'ho-  
rison environ  
de 20. degrez.

ART. LV.  
Que le crepus-  
cule cesse de  
paroître lors-  
que le soleil  
est sous l'ho-  
rison environ  
de 20. degrez.

Or comme route  
la lumiere qui fait  
le crepuscule cesse  
de paroître, lorsque le soleil est sous l'horison, en-  
viron de 20 degrez, plus ou moins, suivant la dif-  
ference





ference des climats où l'observation se fait, & suivant la difference des temps dans lesquels elle se fait, l'angle  $DAO$  sera de  $70^{\text{d}} 14'$ ; & par conséquent l'angle  $BAD$  de  $19^{\text{d}} 46'$ , parce que l'angle  $BAO$  est droit. Et comme un rayon de lumiere comme  $PX$ , après avoir rencontré la surface du premier atmosphere de l'air grossier, & passé une infinité de fois d'un air grossier dans un autre qui l'est encore plus, aura souffert une infinité de tres-petites refractions insensibles, qui toutes ensemble auront fait un angle de refraction de  $32' 20''$ , avant que ce rayon ait pu toucher la surface de la terre au point  $C$ , qui est éloigné de  $32' 20''$  du point  $D$ : car c'est ainsi que les Astronomes l'observent à Paris, lorsque l'astre est de  $32' 20''$  sous l'horison; l'on peut tirer  $AC$ , ce qui fera l'angle  $CAD$  de  $32' 20''$ , & l'angle  $BAC$  de  $19^{\text{d}} 13' 40''$ .

Au reste comme le rayon rompu  $XC$ , en passant ensuite une infinité de fois d'un air grossier dans un autre qui l'est moins, souffre encore une infinité de tres-petites refractions insensibles, qui toutes ensemble font encore un angle de refraction de  $32' 20''$ ; & que pour causer le crepuscule en se reflechissant du dernier atmosphere de l'air grossier vers nos yeux au point  $B$ , il doit encore souffrir les mêmes refractions avant que d'y venir; l'on peut tirer les deux lignes  $BE, CE$  en sorte que les deux angles  $EBG, ECG$  soient chacun pareillement de  $32' 20''$ .

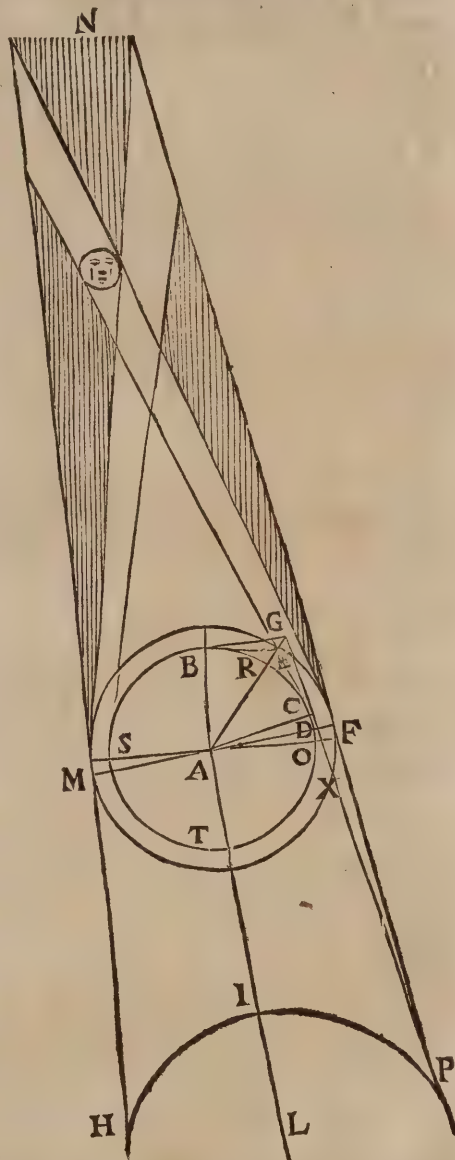
Or comme le crepuscule se termine au point  $G$ ,

H

ou plutôt à cause de ces deux dernières refractions

au point E, & que les 2 lignes BG, GC sont égales, à cause qu'elles touchent toutes deux la circonférence de la terre, & qu'elles concourent au point G, & par conséquent aussi les deux lignes BE, EC, à cause que l'angle GBE est égal à l'angle GCE; l'on peut du point G tirer la ligne GA qui coupera l'angle BAC de  $19^{\text{d}} 13' 40''$  en deux également. Donc dans le triangle BAE où le côté AB est environ de 860 lieuës, dont les 15 font un degré d'un grand cercle de la terre, l'angle BAE de  $9^{\text{d}} 36' 50''$ ; parce qu'il est la

moitié de l'angle BAC, & l'angle ABE de  $89^{\text{d}} 27' 40''$ ; parce qu'il s'en faut  $32' 20''$  qu'il ne soit pas





un angle droit, l'on trouve facilement que le côté AE est environ de  $870\frac{4}{5}$  lieuës, & que par conséquent RE la difference qu'il y a entre AE & AR ou AB qui lui est égale, est environ de  $10\frac{4}{5}$  lieuës.

Ces  $10\frac{4}{5}$  lieuës sont donc la distance qu'il y a de la terre au dernier atmosphere de l'air grossier, qui est l'endroit où le crepuscule se termine.

Lorsque le soleil est fort peu sur l'horison, & qu'il y a par conséquent beaucoup de rayons qui peuvent parvenir jusqu'à nos yeux en B, l'air doit paroître teint de blanc, de jaune & de rouge, ce qu'on appelle aurore, & le rouge doit paroître toujours immédiatement couché sur l'horison, parce qu'il est causé par des raïons de lumiere, qui aiant beaucoup de force & de vitesse, souffrent peu de refraction.

Pour ce qui est des rayons bleûs & violets, qui ayant peu de force & de vitesse, doivent souffrir beaucoup de refraction, ils doivent paroître plus éloignez de l'horison; mais ils ne peuvent être guères visibles, à cause de leur foiblesse & de la couleur bleüe du ciel.

Au reste les rayons de lumiere, qui traversent l'air grossier en souffrant une infinité de tres-petites refractions insensibles, doivent s'assembler bien loin de la terre, comme s'ils venoient de passer au travers d'un grand verre objectif. Et comme ceux qui viennent du point P, qui est le bord superieur du soleil, doivent s'assembler bien en deçà du chemin de la lune, & ceux qui vien-

ART. LVI.  
Que la hauteur de l'air grossier est environ de  $10\frac{4}{5}$  lieuës d'Allemagne.

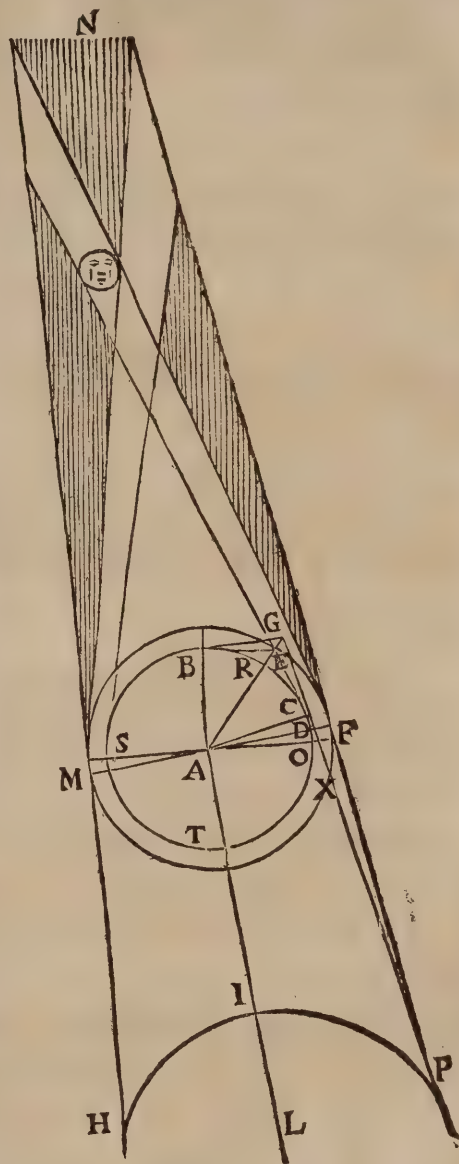
ART. LVII.  
La cause de l'apparence de l'aurore.

ART. LVIII.  
Pourquoi la Lune paroît éclairée, quoiqu'elle passe par le milieu de l'ombre de la terre.

nent du point H, qui est le bord inférieur, bien  
 au delà de ce che-  
 min, nous ne trou-  
 verons pas étrange,  
 si nous voyons la lu-  
 ne un peu éclairée  
 pendant qu'elle s'é-  
 clipse, & qu'elle tra-  
 verse l'ombre de la  
 terre, comme l'expé-  
 rience le fait voir.

ART. LIX.  
Que l'on peut  
supposer qu'il  
y ait un air  
homogene,  
jusqu'à une  
certaine di-  
stance de la  
terre; que cet  
air fasse un at-  
mosphere con-  
centrique à la  
terre; & qu'il  
soit enveloppé  
d'un autre air  
plus subtil.

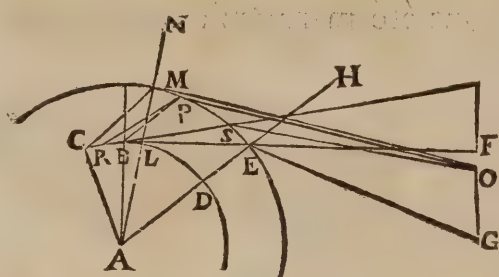
Quoique les rayons de lumière, en passant une infinité de fois d'un air subtil dans un autre qui l'est un peu moins, souffrent avant que d'entrer dans nos yeux une infinité de tres-petites refractions insensibles, qui toutes ensemble font une refraction sensible; l'on peut, pour se débarrasser de toutes ces refractions insensibles, supposer qu'il y ait un air homogène jusqu'à une certaine distance de la terre; que cet air fasse





un atmosphere concentrique à la terre; & qu'il soit enveloppé d'un autre air plus subtil, en sorte que les rayons de lumiere, qui partent de quelque astre qui est de  $32' 20''$  sous l'horison, fassent tout d'un coup un angle de refraction de  $32' 20''$ , en passant de cet air subtil dans l'autre plus grossier: car cela revient parfaitement au même que si cet angle se faisoit par une infinité de tres-petites refractions insensibles, & par consequent cela ne change en aucune maniere la nature & les proprieté de cette refraction.

Cela étant ainsi, soit C B L la circonference de la terre, dont A est le centre, soit B F, l'horison



visible qui touche la terre en B; soit D E, la distance qu'il y a de la surface de la terre à la surface commune

ART. LX.  
Que si l'on donne une demi-lieuë de hauteur à l'atmosphere de l'air grossier, la refraction est environ en raison de 99968 à 99941 comme l'experience l'apprend.

de l'air subtil & de l'air grossier, d'une demi-lieuë; & soit E G un rayon de lumiere, qui venant du bord inferieur de la lune lorsqu'il est de  $32' 20''$  sous l'horison, rencontre fort obliquement la surface de l'air grossier E P M au point E, où l'horison visible B F coupe cette surface, & s'y détourne, en sorte qu'il y fasse un angle de refraction de  $32' 20''$ , & qu'il rase par consequent l'horison visible B F. Donc dans le triangle rectangle ABE, où A B est de 860 lieuës & A E de  $860 \frac{1}{2}$  lieuës, on

trouve facilement que le côté BE est environ de 28  $\frac{1}{3}$  lieues, l'angle BAE de  $1^{\text{d}} 57' 20''$ , & l'angle rompu BEA de  $88^{\text{d}} 1' 40''$ ; d'où il suit que l'angle d'incidence HEG est environ de  $88^{\text{d}} 34'$ . L'on peut donc conclure que la refraction que les rayons de lumière souffrent en passant de l'air subtil dans l'air grossier, dont nous avons supposé que MPE est la surface commune, est environ en raison de 99968 à 99941, ce qui s'accorde assez bien avec les observations exactes qui en ont été faites à l'Observatoire de Paris, comme on le peut voir dans la table suivante, où les refractions ou excès des hauteurs apparentes que les astres ont par dessus les véritables, ont été marquez à chaque degré de leur élévation.

TABLE DES REFRACTIONS  
ou des excès des hauteurs apparentes par dessus  
les véritables.

Haut. Refract.	Haut. Refract.	Haut. Refract.
0 <sup>d</sup> 32' 20"	9 <sup>d</sup> 6' 4"	18 <sup>d</sup> 3' 0"
1 27 56	10 5 28	19 2 49
2 21 4	11 5 58	20 2 39
3 16 6	12 5 32	21 2 31
4 12 48	13 4 12	22 2 25
5 10 32	14 3 54	23 2 18
6 8 55	15 3 36	24 2 12
7 7 44	16 3 24	25 2 6
8 6 47	17 3 11	26 2 0



# ESSAY DE DIOPTRIQUE. 63

Haut. Refract.	Haut. Refract.	Haut. Refract.
27 <sup>d</sup> 1' 55"	49 <sup>d</sup> 52"	71 <sup>d</sup> 20"
28 1 51	50 50	72 19
29 1 46	51 49	73 18
30 1 42	52 47	74 17
31 1 38	53 45	75 16
32 1 34	54 43	76 15
33 1 30	55 41	77 14
34 1 27	56 40	78 13
35 1 23	57 38	79 12
36 1 20	58 37	80 11
37 1 18	59 35	81 10
38 1 15	60 34	82 9
39 1 12	61 33	83 8
40 1 10	62 31	84 7
41 1 7	63 30	85 6
42 1 5	64 28	86 5
43 1 3	65 27	87 4
44 1 1	66 26	88 3
45 0 59	67 25	89 2
46 58	68 24	90 1
47 56	69 22	
48 54	70 21	

L'on voit clairement ici que les rayons de lumie-  
re, qui tombent sur la surface de l'air grossier avec  
un angle d'incidence d'environ seize minutes, ne  
peuvent pas seulement faire un angle de refraction  
d'une demi seconde. Et comme ceux qui viennent  
des extremittez du diametre horisontal de la lune,

ART. LXI.  
Que cette re-  
fraction ne  
peut pas faire  
paroître le  
diametre ho-  
risontal de la  
lune d'une se-  
conde plus  
grand qu'il  
n'est.

tombent sur la surface de l'air grossier avec un angle qui est environ de seize minutes, pour se détourner parallelement à l'horison, dans le sens que je l'entens ici; ce diametre ne peut pas seulement paroître aggrandi d'une seconde, ce qui doit être tout-à-fait imperceptible.

ART. LXII.  
Pourquoi les  
astres doivent  
paroître  
moins bril-  
lants à l'ho-  
rison que lorf-  
qu'ils en sont  
éloignez.

Et certes il ne servira de rien de dire, que les rayons de lumiere, qui partent de la lune lorsqu'elle est à l'horison, ont beaucoup plus d'air grossier à traverser que ceux qui en partent, lorsqu'elle est sur nôtre tête; car c'est l'angle de leur inclination avec lequel ils passent de l'air subtil dans l'air grossier, qui détermine la quantité de l'angle de la refraction, & non pas la quantité de l'air grossier, qu'ils ont à parcourir, & qui ne peut faire autre chose qu'obscurcir la lune en interceptant quantité de rayons de lumiere qui en partent; de même qu'il arrive lorsqu'on voit un objet au travers d'un verre bien épais.

ART. LXIII.  
Que la re-  
fraction dans  
l'air auroit  
une raison plus  
ou moins  
grande, sui-  
vant la dif-  
ferente hau-  
teur de l'at-  
mosphere de  
l'air grossier.

ART. LXIV.  
La demonstra-  
tion de deux  
lemmes qui  
sont necessai-  
res pour faire  
voir que la re-

Si l'atmosphère de l'air grossier avoit une lieuë de hauteur, la refraction que les rayons de lumiere souffriroient en passant de l'air subtil dans l'air grossier, seroit environ en raison de 99926 à 99883; & s'il avoit un quart de lieuë de hauteur, cette refraction seroit environ en raison de 99989 à 99970, comme il est facile de le calculer.

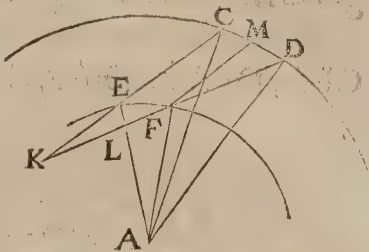
Maintenant pour faire voir ce qui doit arriver à l'égard du bord superieur de la lune, ou si l'on vouloit commencer par l'examen de son bord su-

perieur, pour faire voir après ce qui devroit arri-  
ver



ver à son bord inferieur, il sera à propos d'insérer ici les deux lemmes qui suivent.

Soit A le centre des deux cercles CMD, EF; & soit l'angle EAF égal à l'angle CAD. Si l'on tire du point C par le point E la ligne CK, & du point D, par le point F la ligne DK, qui concourt avec la droite CK



au point K: Je dis que l'angle CKD sera égal à l'angle CAD, ou à l'angle EAF.

*Demonstration.* Parce que dans les deux triangles CEA, DFA, le côté AC est égal au côté AD, le côté EA égal au côté FA, & l'angle EAC égal à l'angle FAD; l'angle CEA sera égal à l'angle DFA. Or l'angle CEA est égal aux deux angles EKL, KLE du triangle EKL, & l'angle DFA égal aux deux angles FLA, LAF du triangle FLA. Donc parce que les deux angles CEA, DFA sont égaux, les deux angles EKL, ELK seront égaux aux deux angles FLA, LAF. Et comme les deux angles ELK, FLA sont égaux, les deux angles EKL, EAL seront aussi égaux; ce qu'il falloit démontrer. Si l'on tire du point F la droite EM parallele à la ligne KD, l'angle CEM sera égal à l'angle CKD.

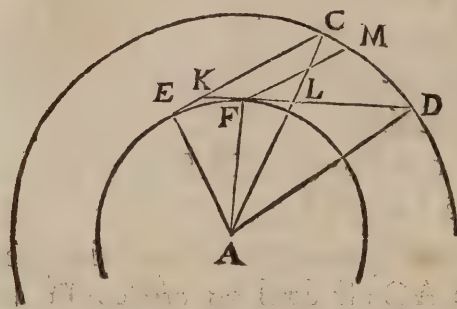
Soit encore A le centre des deux cercles CMD, EF, & soit l'angle EAF égal à l'angle CAD. Si l'on tire du point C la ligne CE en sorte qu'elle touche le cercle EF au point E, & si l'on tire du point D

fraction doit  
faire paroître  
le diametre  
vertical de la  
lune plus pe-  
tit qu'il n'est.

*Voyez la figure  
suivante.*

la ligne DFK, en sorte qu'elle touche le cercle EF au point F, & qu'elle concoure avec la ligne CE au point K: Je dis que l'angle CKD sera égal à l'angle CAD, ou à l'angle EAF.

*Demonstration.* Parce que dans les deux triangles CEA, DFA le côté AC est égal au côté AD, le côté EA égal au côté



FA, & l'angle EAC égal à l'angle FAD; l'angle ECA sera égal à l'angle FDA. Et comme l'angle CLD est égal aux deux an-

gles KCL, CKL du triangle KCL, & pareillement égal aux deux angles LAD, LDA du triangle LAD; les deux angles KCL, CKL seront égaux aux deux angles LAD, LDA; & l'angle DKC égal à l'angle CAD, ou EAF; ce qu'il falloit démontrer.

Si l'on tire du point F la droite FM parallèle à la droite EC, l'angle MFD sera égal à l'angle CKD.

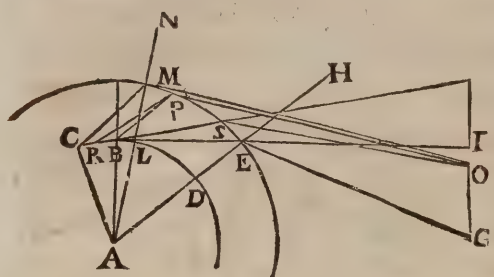
ART. LXIV.  
Démonstration qui fait voir que la refraction qui se fait dans l'air, doit faire paroître le diamètre vertical de la lune plus petit qu'il n'est.

Soit à présent tirée CA, en sorte que l'angle CAB soit de 32 minutes, & soit tirée AM, en sorte que l'angle MAH soit pareillement de 32 min. Or comme la lune a son diamètre de 32 minutes, il est évident qu'un rayon de lumière partant de son bord supérieur O, & tombant sur la surface de l'air grossier au point M éloigné du point E de 32 min. fera son angle d'incidence NMO égal à l'angle d'incidence HEG; & qu'ainsi leurs angles





deffous du point P; afin qu'il puisse envoyer son rayon rompu SB au point B où est l'œil du spectateur. Cela étant, il est manifeste que le diamètre vertical de la lune doit paroître plus petit au



point B que son diamètre horizontal; puisqu'on le voit sous l'angle EBS, qui est plus petit que l'angle EBP, qui

étant de 32 minutes, nous le doit faire voir dans sa vraie grandeur.

ART. LXV.  
Que l'on fera voir dans un autre Chapitre pourquoi la lune doit paroître plus grande lorsqu'elle est à l'horison, que lorsqu'elle est au zenith.

Or cela est entierement conforme à ce que l'experience nous en apprend. Mais puisque les refractions n'augmentent pas le diamètre vertical de la lune; mais qu'au contraire elles le diminuent, comme nous venons de le voir; & qu'elles n'augmentent son diamètre horizontal qu'imperceptiblement, sans alleguer que l'un & l'autre de ces diametres nous doivent paroître effectivement plus petits lorsqu'elle est à l'horison, que lorsqu'elle est au zenith, parcequ'elle est d'un demi-diametre de la terre plus éloignée de nous, lorsqu'elle est à l'horison que lorsqu'elle est au zenith; d'où vient donc me dira-t-on cette grandeur apparente de la lune, lorsqu'elle est à l'horison, & principalement dans un temps de broüillards. Je tâcherai d'en donner la raison dans le chapitre où je parlerai de la vision.



CHAPITRE V.

*Du Point Optique.*

UN point en matiere d'Optique , n'est autre chose qu'un corps grand ou petit, qui étant vû sous un certain angle, n'étend son image sur le fond de l'œil que sur l'extrémité d'un seul des filets dont le nerf optique est composé. Une armée toute entiere ne nous paroîtra donc que comme un point, si nous en sommes assez éloignez pour qu'elle ne puisse étendre son image que sur l'extrémité d'un seul de ces filets. Si nous en approchons davantage , un regiment nous pourra paroître comme un point ; après, une compagnie de soldats ; après, chaque soldat, & ainsi de suite ; & même il se pourra faire qu'une étoile fixe ne nous paroisse que comme un point, quoi qu'elle soit des millions de fois plus grande que le soleil.

Ceci étant bien considéré, il ne sera pas difficile de comprendre ce me semble , comment un nombre presque infini de rayons , comme disent les Opticiens, peuvent venir d'un seul & unique point de quelque objet : car si nous supposons qu'un objet veû sous un angle d'une minute, ne nous paroît que comme un point, en n'étendant son image que sur l'extrémité d'un seul des filets du nerf optique ; nous trouverons facilement par la trigonometrie , qu'un objet d'une ligne en quarré ne nous doit paroître que comme un point, si nous

ART. I.  
Qu'un objet qui n'étend son image que sur l'extrémité d'un seul des filets du nerf optique, peut être appelé un point, quelle que grandeur que cet objet puisse avoir.

ART. II.  
Que tous les rayons de lumiere qui tombent sur un objet d'une ligne en quarré font un nombre de 5837478428, lorsqu'il est suffisamment éclairé ; mais qu'ils y occupent autant de place que s'il y en avoit 7429518000, qui y tom-

boient per-  
pendiculaire-  
ment.

en sommes éloignez de 3438 lignes. Or si nous supposons que chaque point d'un objet suffisamment éclairé n'envoie que 100 rayons à la prunelle; c'est-à-dire que 100 rayons de lumière suffisent pour faire assez d'impression dans les esprits animaux renfermez dans un filet du nerf optique, pour que l'ame puisse s'apercevoir bien clairement du point d'où ils partent; & si nous supposons que nôtre prunelle ait l'ouverture d'une ligne en quarré pour recevoir ces 100 rayons; il y en aura 5837478428 en tout qui tomberont sur un objet d'une ligne en quarré, lorsqu'il est suffisamment éclairé: car nous sçavons par les démonstrations d'Archimede, que la surface de la sphere, dont le demi-diametre est de 3438 lignes, contient 148592360 lignes quarrées, & par conséquent la surface del'hémisphere 74295180 de ces lignes. Et comme l'ouverture de la prunelle a été supposée être d'une ligne en quarré; il est evident que cette prunelle peut être placée en 74295180 endroits differens de l'hémisphere, pour recevoir des rayons de lumière qui partent de l'objet d'une ligne en quarré, qui est dans le centre de la sphere, dont le diametre est de 6876 lignes.

Si cet objet envoyoit donc 100 rayons de lumière vers la prunelle, non seulement lorsqu'elle lui est perpendiculairement opposée; mais aussi en quelque endroit de l'hémisphere qu'elle fust placée, l'on n'auroit qu'à multiplier les 74295180 lignes quarrées par 100 pour avoir tous les rayons



de lumiere qui tomberoient sur un objet d'une ligne en quarré, & qui monteroient à une somme de 7429518000.

Mais comme un objet, qui n'envoie que 100 rayons vers la prunelle, lorsqu'elle lui est directement opposée, ne lui envoie à la même distance que 50 rayons, lorsqu'ils partent de cet objet avec un angle d'inclinaison de 30 degrez; qu'il ne lui envoie que dix rayons, lorsque l'angle d'inclinaison n'est que de  $5^d 45'$ ; & qu'elle ne lui envoie qu'un seul rayon, lorsque l'angle d'inclinaison n'est que de 35 min. &c. c'est-à-dire, que la quantité de rayons qu'un objet envoie à la prunelle, est comme les sinus de leurs angles d'inclinaison sur cet objet: il n'y aura pas 7429518000 rayons qui tomberont sur cet objet, & qui s'en reflechiront ensuite vers tout l'hémisphere; mais un nombre de rayons qui sera à ce nombre de 7429518000, comme la somme de tous les sinus est à la somme des sinus totaux. Or comme la somme des sinus totaux est à la somme de tous les sinus, comme 14 est à 11, l'on trouve facilement par une regle de trois, que le nombre de 5837478428 est celui de tous les rayons qui tombent sur un objet d'une ligne en quarré, & que cet objet renvoie vers tout l'hémisphere, dont il occupe le centre; mais qui à cause de leur inclinaison tiennent autant de place sur cet objet, comme s'il y en avoit en effet 7429518000 qui y tombassent perpendiculairement.

ART. III.  
Que l'on peut  
dire que tous  
les rayons de  
lumière qui  
tombent sur  
un objet d'u-  
ne ligne en  
quarré, font  
un nombre de  
11674956856.  
lorsqu'il est  
suffisamment  
éclairé.

ART. IV.  
Qu'il n'est  
pas impossible  
qu'un nombre  
infiniment  
au de-là de  
11674956856.  
puisse trouver  
assez de place  
sur un objet  
d'une ligne en  
quarré, &  
qu'il n'est par  
conséquent  
pas difficile de  
comprendre,  
comment tous  
les rayons vi-  
suels, se peu-  
vent croiser.

ART. V.  
Qu'un filet du  
nerf optique  
ne peut avoir  
gueres plus de  
largeur que la  
cinquième  
partie du dia-  
mètre d'un fil  
d'araignée, &  
pas plus de  
grosseur que

Et comme les rayons de lumière qui tombent sur quelque objet s'en réfléchissent après, & qu'ils y occupent par conséquent le double de la place, l'on peut dire, que le double de 5837478428 rayons: c'est-à-dire, 11674956856 rayons peuvent trouver assez de place sur un objet d'une ligne en quarré, sans s'y confondre & empêcher les uns les autres.

Il est vrai que l'imagination se perd à la vûe de l'étrange délicatesse qu'un rayon de lumière doit avoir, si le nombre prodigieux que nous venons d'en trouver, peut avoir assez de place sur un objet d'une ligne en quarré, sans que ces rayons s'y confondent & s'y empêchent les uns les autres. Mais si nous ne voulons pas que nôtre esprit s'arrête avec nos yeux, & qu'il soit autant borné que nos sens & nôtre imagination; nous ne craignons pas d'assurer, que non seulement cette quantité, mais un nombre pour ainsi dire, infiniment au de-là, y pourroit trouver assez de place: & après cela il ne sera pas difficile de comprendre, comment il se peut faire que tous les rayons visuels, qui viennent de tous les endroits imaginables, se puissent croiser sans s'empêcher les uns les autres.

Sil'on suppose à present que l'œil n'ait qu'un pouce de diamètre, & que les rayons principaux qui viennent des extremités de quelque objet d'une ligne de diamètre, & éloigné de l'œil de 3438 lignes, passent par le centre de l'œil, & qu'ils rencontrent la retine dans le point où les rayons se réunissent, l'on trouvera que l'épaisseur d'un filet du nerf



du nerf optique ne fera que la 573<sup>me</sup> partie d'une ligne, ou la 5<sup>me</sup> partie d'un fil d'araignée, supposé que ce fil ait sa largeur environ égale à la 113<sup>me</sup> partie d'une ligne. Or si la largeur ; c'est-à-dire, le diamètre d'un filet du nerf optique, n'a que la cinquième partie de la largeur d'un fil d'araignée, sa grosseur n'en fera que la 25<sup>me</sup> partie, ce qui nous fait voir que les esprits animaux contenus dans ces filets, doivent être d'une petitesse incompréhensible.

la trente-cinquième partie d'un fil de cet animal.

Il paroît manifestement de ce que nous venons de dire, que si l'interposition de beaucoup d'air grossier entre l'objet & l'œil n'interceptoit pas quantité de rayons, chaque point d'un objet renverroit toujours une quantité égale de lumière vers nos yeux, soit qu'il en fust proche ou éloigné ; & qu'un même objet nous paroîtroit par conséquent également éclairé, à quelque distance qu'il en fust, pourveu néanmoins qu'il fust toujours également éloigné du corps lumineux.

ART. VI.  
Qu'un objet proche ou éloigné doit toujours paroître également éclairé, pourvu qu'il soit toujours également éclairé du corps lumineux.

## CHAPITRE VI.

### De l'Oeil.

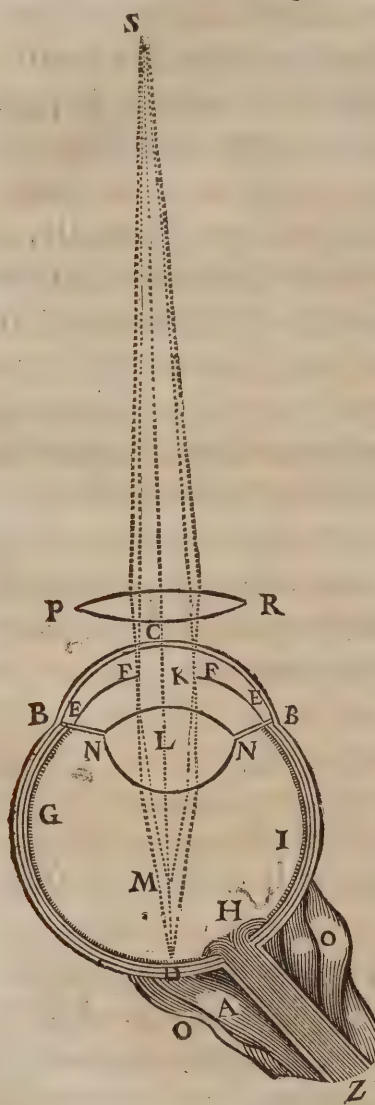
SI l'on coupoit un œil par la moitié ; en sorte que le plan de la section passât justement par le milieu de la prunelle, il paroîtroit à peu près comme il est représenté dans cette figure. ABCB est une peau assez dure & épaisse, qui est comme un vase rond, dans lequel toutes les parties intérieures sont contenues. DEF est une autre peau

ART. I.  
Description de l'œil.

K

plus déliée, qui est tenduë comme une tapisserie au dedans de la precedente. ZH est le nerf optique, composé d'un tres-grand nombre de petits filets,

dont les extremittez s'étendent en tout l'espace GHI, où se mêlant avec une infinité de veines & d'arteres, ils composent une troisiéme peau ou membrane, qu'on appelle la retine, & qui couvre tout le fond de la seconde. K, L, M sont trois sortes d'humeurs ou glaires fort transparentes, qui remplissent tout l'espace contenu au dedans de ces peaux, & par le moyen desquelles les rayons de lumiere qui partent de chaque point d'un objet, se réunissent sur les extremittez d'autant de filets du nerf optique, sans quoi la vision seroit confuse, à peu près comme il arrive aux myopes & aux presbites.



L'experience nous montre que le cristallin cause à peu près la même refra-



étion que le verre ou le cristal, & que les deux autres humeurs K & M la causent un peu moindre, environ comme l'eau commune.

La partie BCB de la premiere peau ABCB est transparente & un peu plus voûtée que le reste BAB. La partie EFFÉ de la seconde peau DEFFE a au milieu un petit trou rond FF, qu'on nomme la prunelle. Ce trou n'est pas toujours de même grandeur : & la partie EF de la peau où il est, nage librement dans l'humeur K qui est fort liquide, & qui à cause de cela a reçu le nom d'humeur aqueuse. Cette partie semble être un petit muscle qui peut s'étrecir & s'élargir à mesure que l'on regarde des objets plus ou moins proches, ou plus ou moins éclairez ; ou qu'on les veut voir plus ou moins distinctement. La surface interieure de cette partie EF qui regarde le fond de l'œil, est toute noire, afin d'amortir les rayons qui pourroient reflechir de là vers la retine, & rendre la vision confuse.

EN, EN sont plusieurs petits filets noirs, qu'on nomme ligamens ciliaires. Ils entourent le cristallin L ; & naissant de la seconde peau, où la troisième se termine, ils semblent n'être que de petits tendons, par le moyen desquels cette humeur L devient plus plate ou plus convexe, & s'éloigne ou s'approche en même temps de la retine, selon que l'on regarde des objets proches ou éloignez.

Enfin OO sont six ou sept muscles attachez à l'œil par dehors pour le mouvoir de tous côtez,

& peut-être aussi pour avancer ou pour reculer la retine, suivant que les objets sont proches ou éloignez.

ART. II.  
Ce qui arrive dans une chambre obscure.

Si l'on ferme une chambre, en sorte qu'il n'y puisse entrer de lumière que par un seul trou rond, devant lequel on met un verre convexe; l'on peut recevoir sur un linge blanc étendu dans cette chambre à une certaine distance du verre, les images des objets qui sont en dehors, à condition néanmoins que ce trou ne soit ni trop grand ni trop petit: car s'il est trop grand, ces images s'y représentent avec clarté & vivacité; mais fort confusément, parce que les rayons de lumière qui partent de divers points d'un objet, ne se peuvent pas réunir sur le linge avec toute la précision nécessaire; & au contraire s'il est trop petit, elles y paroissent fort distinctes; mais fort peu vives.

ART. III.  
Comparaison de l'œil à la chambre obscure.

Si nous comparons l'œil à cette chambre, nous pouvons dire que ce trou représente la prunelle; ce verre convexe le cristallin, ou plutôt toutes les parties de l'œil qui causent quelque refraction; ce linge la peau intérieure qui est formée par l'épanouissement des filets du nerf optique; & enfin que la main de celui qui changeroit de verre, suivant la différente distance des objets, représente les ligamens ciliaires, qui s'enflant comme autant de fibres musculeuses, aplatisent en s'accourcissant, le cristallin qu'ils tiennent suspendu, & le reculent du fond de l'œil; ou qui se desinflant y laissent retourner cette humeur, & lui laissent



en même temps reprendre sa premiere convexité; & que la main de celui qui au deffaut de cela étendrait le linge à la distance requise du verre, représente les muscles qui tirent le fond de l'œil en arriere, ou qui l'avancent suivant la differente distance des objets. Et je croi que ni l'humeur vitrée, & moins encore l'humeur aqueuse, sont capables d'empêcher considerablement ces actions des muscles & des ligamens: car l'humeur vitrée étant d'une consistance à peu près comme de la gelée; ou bien d'une consistance moyenne entre la gelée & la glaire d'œufs, doit facilement changer de figure, & s'accommoder à celle que l'on donne au corps où elle est enfermée, & l'autre étant d'une consistance à peu près comme de l'eau commune, doit encore plus facilement s'y accommoder, & ceder par tout.

Il sera à propos d'examiner en cet endroit, si les objets proches & ceux qui sont éloignez, traacent leurs images également distinctes sur la retine, à cause que le cristallin l'arondit ou l'applatit, suivant la differente distance des objets; ou à cause qu'elle s'approche ou s'éloigne du fond de l'œil; ou à cause que les muscles retirent le fond de l'œil en arriere ou l'avancent; ou bien à cause que tout cela y contribuë.

Soit S un objet éloigné de l'œil C de sept ou de huit pouces, & dont les rayons qui en partent se réunissent sur la retine au point D. Cela étant, si l'on interposoit un verre convexe comme P R en-

ART. IV.  
Raison pour-  
quoi l'on voit  
les objets  
proches & é-  
loignez éga-  
lement di-  
stincts, &  
qu'il faut que  
le changement  
du cristallin  
aussi bien que  
celui de tout  
l'œil, y con-  
tribuë en mê-  
me temps.

Voyez la figure  
precedente.

tre l'œil & l'objet ; il est évident que ces rayons se réuniroient avant que d'arriver à la retine, comme par exemple , en M si l'œil demeurait toujours dans le même état : c'est-à-dire , si la retine ou le cristallin ne changeoient point de place , ou que cette humeur ne devenoit pas tant soit peu plus plate ; & que l'on ne verroit par conséquent cet objet que fort confusément.

Il est encore évident que si les muscles pouffoient la retine jusqu'au point M , ou si au lieu de cela le cristallin s'avançoit suffisamment vers la retine, cet objet y représenteroit son image sans confusion, mais plus petite, & par conséquent aussi moins parfaite : c'est-à-dire , qu'on n'en découvreroit pas si bien toutes les parties. Mais comme le contraire se trouve vrai par l'expérience ; c'est-à-dire , qu'un objet paroît & plus grand & plus distinct par l'interposition d'un verre convexe entre l'œil & cet objet, il faut conclure de nécessité, qu'alors le cristallin ne s'éloigne pas seulement de la retine ; mais qu'il s'applatit encore en même temps, plus même que le verre n'a donné de convexité à l'œil.

ART. V.  
Ce qu'il faut  
faire lorsque  
l'objet est  
trop proche  
d'un œil trop  
plat, ou trop  
éloigné d'un  
œil trop voû-  
té, pour être  
vu distincte-  
ment.

S'il arrive qu'un objet soit si proche de l'œil, que le cristallin ne puisse pas être suffisamment arrondi pour représenter l'image de cet objet sur la retine, il faut avoir recours à l'art où la nature nous manque, & l'aider par l'interposition d'un verre convexe entre l'œil & l'objet. Mais si un objet est si éloigné d'un œil trop voûté, que le cristallin ne puisse pas être suffisamment applati pour



representer l'image de cet objet sur la retine, il faut encore avoir ici recours à l'art, & l'aider par l'interposition d'un verre concave entre l'œil & l'objet.

Les gens de Lettres, & ceux qui s'accoutument à regarder toutes choses de près, sont ordinairement sujets à ce dernier deffaut; & le premier est presqu'une suite necessaire de la vieillesse, puisque les fibres des ligamens ciliaires aussi bien que toutes les autres parties du corps commençant alors à devenir inflexibles, & à se racourcir, applatissent le cristallin, & lui ôtent le moyen de pouvoir s'arrondir suffisamment.

ART. VI.  
Pourquoi certaines personnes sont sujettes à être myopes, & d'autres à être presbytes.

## CHAPITRE VII.

### *De la Vision.*

JE dirai ici en peu de mots comment se fait la vision : c'est-à-dire, comment l'ame s'apperçoit des objets qui sont hors de nous, après qu'ils ont tracé leurs images sur la retine.

ART. I.  
Explication de la maniere que se fait la vision.

Tout le monde sçait que les impressions que les objets font dans les membres extérieurs, parviennent jusqu'à l'ame par l'entremise des nerfs. Les Anatomistes trouvent trois choses dans ces nerfs, sçavoir les membranes qui les enveloppent, & qui prenant leur origine de celles qui enveloppent le cerveau, sont comme de petits tuyaux divisés en plusieurs branches qui se répandent par

ART. II.  
Que les impressions que les objets font dans les membres extérieurs parviennent jusqu'à l'ame par l'entremise des nerfs, & que les Anatomistes trou-

vent trois  
choses diffé-  
rentes dans  
ces nerfs.

tous les membres du corps, à peu près comme les veines & les artères; leur substance intérieure qui n'est qu'une infinité de petits filets creux, qui s'étendent tout le long de ces tuyaux membraneux, depuis le cerveau où ils prennent leur origine, jusqu'aux extrémités des autres membres, où ils s'attachent; en sorte que l'on peut s'imaginer en chacun de ces petits tuyaux une infinité de ces filets qui n'ont point de communication les uns avec les autres; & enfin les esprits animaux, qui sont les parties du sang les plus subtiles, qui se séparent dans les glandes qui sont la partie cendrée corticale ou extérieure du cerveau; & qui s'écoulent dans les muscles par ces filets, qu'ils tiennent toujours en flex & tendus; en sorte que le mouvement qui s'imprime dans les esprits animaux qui sont à l'un des bouts de quelque un de ces filets, se puisse communiquer au même instant à ceux qui sont à l'autre bout.

ART. III.  
Que les diffé-  
rens mouve-  
mens que les  
objets qui  
sont hors de  
nous commu-  
niquent aux  
esprits ani-  
maux, exci-  
tent en nous  
toutes les qua-  
lités sensibles.

Or comme il est manifeste que les objets qui sont hors de nous, n'agissent sur ces filets, ou plutôt sur les esprits animaux qui y sont contenus, que par des mouvemens qu'ils transportent jusque dans le cerveau; l'on peut penser qu'il n'y a que les différens mouvemens, que les objets qui sont hors de nous, impriment dans les esprits animaux, qui sont avoir à l'ame le sentiment de la lumière, de la couleur, du son, de la chaleur, &c. & que ces apparences viennent de nous, & nous doivent être entièrement attribuées.

ART. IV.  
Que les appa-

C'est donc ainsi que les apparences de la lu-  
mière



miere & de la couleur, qui seules parmi toutes les qualitez que nous appercevons dans les objets, appartiennent au sens de la vûë, ne sont excitées en nous que par les differens mouvemens avec lesquels les rayons de lumiere agissent sur les esprits contenus dans les filets des nerfs optiques : c'est-à-dire, que la force de leur mouvement en general qu'ils impriment à ces esprits, nous fait avoir le sentiment de la lumiere, & la difference de cette force, celui de la couleur ou de la lumiere colorée.

Comme nous avons supposé que chaque point d'un objet bien éclairé, n'envoie que cent rayons de lumiere vers la prunelle, qui se réunissant tous sur l'extrémité d'un seul des filets du nerf optique, communiquent leur mouvement aux esprits animaux contenus dans ce filet; il est manifeste, que puisque ces rayons ne sçauroient mouvoir ces esprits que d'une seule façon, l'ame ne sçauroit distinguer aucune des parties d'un seul point dans un objet; non plus qu'on ne sçauroit distinguer quelque chose d'un point ou d'une ligne tracée sur du papier, quoique plusieurs points & plusieurs lignes qui y sont mises çà & là, nous puissent faire voir des maisons, des villes, des batailles, & mille autres choses. Par consequent, quoiqu'un tel objet fût peint d'une infinité de couleurs toutes diverses, il ne pourroit paroître qu'avec une seule couleur; c'est-à-dire, avec celle qui proviendrait du mélange de toutes celles dont il seroit peint.

L

rences de la lumiere & de la couleur sont excitées en nous par les differens mouvemens que les rayons de lumiere impriment dans les esprits animaux contenus dans les filets du nerf optique.

ART. V.  
Que l'ame ne sçauroit distinguer aucune partie d'un objet, qui ne trace son image que sur l'extrémité d'un seul filet du nerf optique, ni distinguer la diversité de ses couleurs.



ART. VI.  
Que les ob-  
jets sont vûs  
plus ou moins  
distinctement  
suivant qu'ils  
étendent leurs  
images plus  
ou moins sur  
la retine.

ART. VII.  
Qu'il y a six  
qualitez que  
nous apperce-  
vons dans les  
objets de la  
vûë, outre la  
lumiere & la  
couleur, &  
comment on  
connoît la si-  
tuation que  
les objets  
peuvent avoir  
à l'égard de  
notre corps.

ART. VIII.  
Raison pour-  
quoi l'on voit  
les objets  
dans leur si-  
tuation natu-  
relle, quoiqu'ils  
representent  
leurs i-  
mages ren-  
versées sur la  
retine.

ART. IX.  
Que celui sur  
la retine du-  
quel les objets  
auroient tou-  
jours tracé  
leurs images  
dans la vraie

Nous pouvons donc conclure à present que plus l'image d'un même objet s'étend sur la retine, plus il doit être vû distinctement; & que generalement tous les corps se doivent voir moins distinctement de loin que de prés.

Les qualitez que nous appercevons dans les objets de la vûë sont, outre la lumiere & la couleur, la situation, la distance, la grandeur, la figure, le mouvement & le repos. Et pour ce qui est de la situation que chaque partie d'un objet, ou divers objets, peuvent avoir à l'égard de nôtre corps, nous la connoissons par la situation des parties du cerveau, d'où les filets qui contiennent les esprits, ébranlez par ces objets, prennent leur origine.

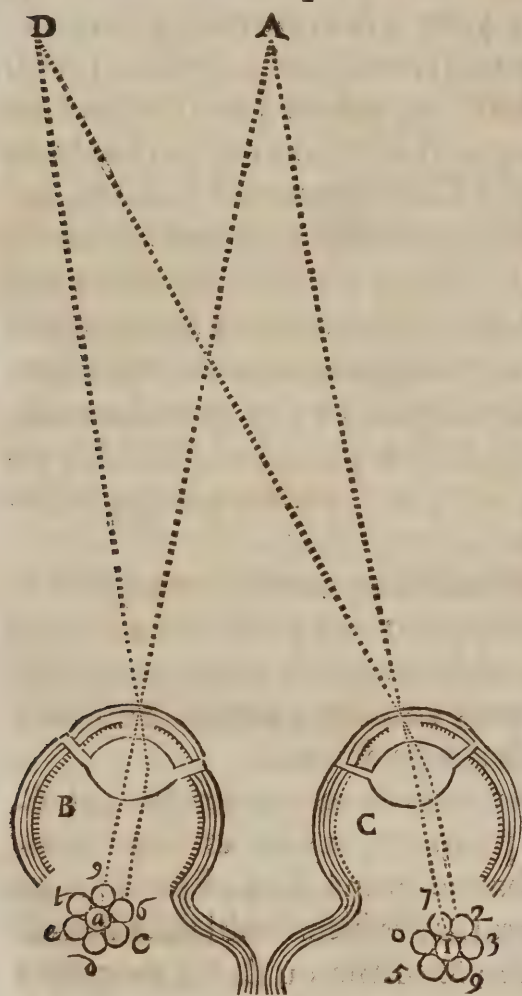
Et quoique les objets representent leurs images renversées sur la retine, & qu'elles soient ainsi transmises jusqu'au cerveau, ils ne doivent pas pour cela paroître renversez: car puisque l'ame sçait d'ailleurs, en quelle situation ces objets sont à l'égard de nôtre corps, & qu'elle juge enfin par habitude, & sans faire aucun raisonnement, qu'ils sont toujours en une situation contraire à celle que leurs images ont sur la retine; ils doivent être vûs en leur vraie situation, quoique leur peinture en ait une toute contraire dans le fond de l'œil.

Ils'ensuit de ce que nous venons de dire, que si quelqu'un n'avoit jamais vû aucun objet qu'au travers d'une machine, qui fist en sorte que les objets imprimassent leurs images en leur vraie situation sur le fond de ses yeux, il les verroit tous dans



cette situation, & de même que nous les voyons; mais qu'il les verroit dans une situation toute contraire & renversée, si l'on venoit à lui ôter cette machine de devant les yeux. Ceux qui se servent tres-souvent des lunettes qui renversent les objets, éprouvent assez ce que je viens de dire.

situation, ver-  
roit ces objets  
renversés,  
s'ils traçoient  
tout d'un  
coup leurs i-  
mages renver-  
sées sur la re-  
tine.



chaque œil est dans le même ordre & également

Au reste c'est par la même raison qu'un objet ne nous doit pas paroître double; quoiqu'il trace son image dans le fond de chacun de nos yeux: car nous sommes accoutumés à diriger toujours nos yeux vers quelque objet, en telle sorte que chacun de ses points trace son image dans le fond de chaque œil sur l'extrémité d'un filet du nerf optique, qui dans

ART. X.  
Raison pour-  
quoi les ob-  
jets ne nous  
doivent pas  
paroître dou-  
bles quoi-  
qu'ils tracent  
leurs images  
dans le fond  
de chacun de  
nos yeux.

*Voyez la figure  
precedente.*

éloigné du filet qui est dans l'axe. Soit par exemple A ou D un point de quelque objet, éloigné des yeux B & C à une distance un peu raisonnable; soient *a, b, c, d, &c.* & *1, 2, 3, 4, &c.* les extremittez de plusieurs filets des deux nerfs optiques, par l'épanouissement desquels l'une & l'autre retine est formée. Si ces deux yeux B & C sont dirigez vers le point D, en sorte qu'il trace son image dans l'œil B sur l'extremité du filet *b*, qui est à une certaine distance du filet *a*, qui est dans l'axe; & qu'il en trace une autre dans l'œil C sur l'extremité du filet *2*, qui est à la même distance du filet *1*, & qui est dans le même ordre; c'est-à-dire, que si ces deux filets *b* & *2* sont du même côté de leurs axes *a* & *1*, & qu'ils en soient également éloignez, nous ne verrons pas cet objet double, puisqu'en ce cas l'ame est accoutumée de juger qu'il n'y a qu'un seul objet. Or ces filets *a* & *1*, *b* & *2*, *c* & *3*, &c. peuvent être appelez filets semblables.

ART. XI.  
Raison pour-  
quoi l'on voit  
les objets  
doubles lors  
qu'on détour-  
ne les yeux.

Mais si l'on détourne les yeux en sorte que chaque point d'un objet ne trace pas ses deux images sur deux filets semblables; il est aisé de comprendre que nous devons voir deux objets, quoiqu'il n'y en ait qu'un seul hors de nous.

ART. XII.  
Raison pour-  
quoi les loû-  
ches ne voient  
pas les objets  
doubles, quoi-  
qu'ils aient  
les yeux dé-  
tournez.

Il n'est pas moins aisé de concevoir que les loûches ne doivent pourtant pas voir les objets doubles, quoique chaque point d'un objet ne trace pas ses deux images sur des filets semblables dans le fond de leurs yeux; & même qu'ils les devroient voir doubles, s'ils détournent leurs yeux en for-



te que chaque point d'un objet tracât ses deux images sur des filets semblables.

Pour ce qui est de la distance des objets, la Nature nous a donné plusieurs moyens de la connoître, lorsqu'ils ne sont pas trop éloignez de nous. Nous la connoissons 1<sup>o</sup> par une geometrie naturelle; c'est-à-dire, par la connoissance que nous avons de la distance des deux yeux l'un de l'autre, & des deux angles avec lesquels ils sont plus ou moins inclinez vers les objets. 2<sup>o</sup> Par la figure de l'œil qui se change selon qu'un objet s'en éloigne ou s'en approche, duquel changement nôtre ame est avertie par les organes qui le font. 3<sup>o</sup> Par la comparaison de leur grandeur, si nous la connoissons, avec la grandeur des images qu'ils tracent sur la retine. 4<sup>o</sup> Par l'interposition de plusieurs objets dont nous connoissons déjà à peu près la distance. 5<sup>o</sup> Par la distinction, ou par la confusion de leur figure; & enfin par la force ou par la faiblesse de leur lumiere: c'est-à-dire, s'ils se voient le long de l'horison, où l'interposition de beaucoup d'air grossier rempli quelquefois de beaucoup de poussiere, empêche quantité de rayons de parvenir jusqu'à nos yeux: car autrement un objet fort éloigné, comme par exemple quelque planete, lorsqu'elle est vers le zenith, nous devoit paroître plus éclairée que si nous en étions bien proches. Et la raison de cela est aisée à concevoir: car son image occupe alors peu d'espace sur la retine, dont le reste n'est guères ébranlé par les autres objets.

ART. XIII.  
Comment on  
connoît la di-  
stance des ob-  
jets.



qui sont autour ; & l'ame y porte par consequent toute son attention sans la partager, & juge pour cela cet objet beaucoup plus éclairé qu'il n'est.

ART. XIV.  
Fondement  
principal de  
l'art de pein-  
dre.

L'art de peindre & de représenter divers objets sur un plan uni, consiste principalement à observer exactement presque tous ces moyens : car si l'on veut représenter sur une surface plate des objets diversément éloignez, l'on a soin de peindre l'objet qu'on veut représenter le plus proche, ou comme disent les Peintres, sur le devant du tableau, avec des couleurs les plus vives ; avec beaucoup de distinction ; & avec des ombres bien fortes ; & de peindre au contraire celui que l'on veut représenter dans l'éloignement, avec peu de distinction ; avec des couleurs moins vives ; & avec des ombres moins fortes ; ou, pour me servir des termes des Peintres, avec des couleurs & des ombres plus tendres.

ART. XV.  
Comment l'i-  
magination  
nous trompe  
dans le juge-  
ment qu'elle  
porte de la di-  
stance.

Et c'est en ceci que l'imagination nous trompe, comme quand nous voyons de loin une montagne exposée au soleil, au de-là d'une allée fort sombre : car alors nous la jugeons bien plus proche de nous qu'elle n'est ; ou de même que lors que nous voyons la lune beaucoup éclairée, au milieu d'un ciel sombre & noir, comme il arrive ordinairement lorsqu'elle est au meridiem : car alors nous la jugeons fort peu éloignée de nous ; au lieu qu'elle nous paroît beaucoup éloignée, quand nous la voyons près de l'horison, au travers de beaucoup d'air grossier & de broüillards, & avec peu de lumière & de distinction au milieu d'un ciel bien



éclairé, quoiqu'elle soit toujours à peu près également éloignée de nous.

Et ceci nous fera peut-être comprendre que pour juger la lune plus éloignée de nous, lorsqu'elle est à l'horison, que lorsqu'elle est vers le meridien, il ne sera nullement nécessaire d'avoir recours à l'interposition des objets terrestres, ou à la figure elliptique du ciel; puisqu'on se peut cacher & le ciel & la terre, sans faire pourtant changer la distance apparente de cet astre, quoique je convienne volontiers que l'interposition de la campagne, & la figure elliptique du ciel, y pourroient faire quelque chose, & peut-être autant que ce que je dis en être la cause.

A l'égard de la grandeur des objets, nous la connoissons par les images qu'ils tracent sur la retine, comparées au jugement que nous portons de leur distance. Cela est assez manifeste, par tout ce que l'expérience continuelle nous en apprend: car quoique deux objets d'une grandeur & d'une distance inégale, tracent deux images égales sur la retine; nous ne laissons pourtant pas de juger assez bien de leur vraie grandeur, pourvû que nous jugions assez bien de leur vraie distance, par l'aide de quelque un des moyens dont j'ay parlé plus haut, & non pas par la connoissance que nous en pouvons avoir d'ailleurs, ce qu'il faut bien observer. Par conséquent, si nous sommes trompez dans le jugement que nous faisons de la distance d'un objet par le secours de quelque un de ces moyens, il faut de ne-

ART. XIV.  
Ce qui contribue le plus à juger la lune plus éloignée de nous qu'elle n'est, lorsqu'elle est à l'horison.

ART. XVII.  
Comment on connoît la grandeur des objets.

cessité que cet objet nous paroisse d'autant plus grand que nous le jugeons plus éloigné de nous.

ART. XVIII.  
Pourquoi  
nous voyons  
la lune plus  
grande à l'ho-  
rison que vers  
le meridien.

Et comme nous avons vû que nous jugeons la lune plus éloignée de nous, lorsqu'elle est à l'horison, que lorsqu'elle est vers le meridien; il s'en suivra que nous ne la verrons pas toujours de la même grandeur, quoiqu'elle soit toujours à peu près à la même distance de nous, & que nous la verrons plus ou moins grande, suivant qu'elle sera plus ou moins élevée sur l'horison.

ART. XIX.  
Comment on  
connoît la fi-  
gure, le mou-  
vement, & le  
repos des ob-  
jets.

Au reste, pour ce qui est de la figure, du mouvement, & du repos des objets, je ne crois pas qu'il soit difficile de comprendre, après ce que je viens de dire, comment nous en pourrions avoir la connoissance: car on juge de la figure de quelque objet par la connoissance, ou par l'opinion que l'on a de la situation de ses diverses parties; & l'on juge de son mouvement ou de son repos, par le mouvement ou par le repos de son image sur la retine, par rapport au mouvement ou au repos du globe de l'œil: car quoiqu'en tournant l'œil ou la tête, les images des objets changent de place sur la retine, & en ébranlent par conséquent successivement quelque autre partie; ces mêmes objets ne laisseront pas pour cela de paroître en repos, puisque l'ame instruite du changement qui arrive à l'œil ou à la tête, reconnoît que le changement de ces images sur la retine provient du mouvement de l'œil, ou de la tête, & non pas de quelque changement qui arrive à ces objets.

Après



Après que les objets qui sont hors de nous ont tracé leurs images sur les extremités des filets des nerfs optiques, de la maniere que nous venons de le dire ; & que l'ame est avertie de leur presence par quelque mouvement ou cours des esprits animaux contenus dans ces filets ; elle trace par un semblable mouvement d'esprits animaux, quelques vestiges ou marques dans le cerveau, qui lui representent dans la suite comme en autant de tableaux, par un nouveau mouvement des esprits, ces objets alors absens, comme s'ils étoient en quelque façon presens : ce qu'on appelle imagination.

Je dis, comme s'ils étoient en quelque façon presens : car les mouvemens des esprits animaux, excitez par les vestiges ou traces dans le cerveau, ne peuvent pas être à beaucoup près si forts que ceux qui sont excitez par les objets mêmes ; & l'ame imagine par consequent, & juge bien que ce qu'elle imagine n'est point au dehors ; mais au dedans du cerveau : c'est-à-dire, qu'elle apperçoit des objets comme absens ; à moins que l'imagination ne soit extrêmement échauffée, comme il arrive quelquefois dans les personnes qui ont les esprits animaux fort agitez par des jeûnes, par des veilles, par une fièvre chaude, &c. & qu'ainsi les mouvemens des esprits animaux excitez par les traces du cerveau, deviennent par consequent presque aussi forts que ceux qui pourroient être excitez par des objets presens.

Si les esprits animaux sont poussez par l'ame à

M

ART. XX.  
Comment l'ame s'aperçoit des objets presens, & ce que c'est que l'imagination.

ART. XXI.  
Que les esprits animaux ne sont pas si fortement émus dans l'imagination, qu'ils le sont par la presence des objets, à moins que l'imagination ne soit extrêmement échauffée.

ART. XXII.  
Ce que c'est

que l'imagi-  
nation active,  
& ce que c'est  
que l'imagi-  
nation passive

ces traces, & qu'elle s'en apperçoive par le moyen de ces esprits, comme un aveugle s'apperçoit de la difference des objets par le moyen de son bâton; c'est une imagination qu'on peut appeller active; c'est-à-dire, une imagination qui dépend du commandement de l'ame; au lieu qu'elle est passive, si ces esprits sont portez de ces traces à l'ame.

ART. XXIII.  
Pour voir si l'on  
rencontre  
dans les hom-  
mes tant de  
différens cara-  
ctères d'es-  
prits.

Il est aisé de voir à present que la faculté d'imaginer ne dépend, de la part du corps, que des esprits animaux, & de la disposition des fibres du cerveau sur lesquelles ils agissent. Or comme ces esprits peuvent être en grande ou en petite quantité, peu ou beaucoup agitez, grossiers ou delicats; & que les fibres du cerveau sur lesquelles l'ame trace pour ainsi dire les images des objets, par le moyen de ces esprits, à peu près comme un graveur trace avec un burin diverses figures sur le cuivre, peuvent aussi être grossieres ou delicates, souples ou roides, &c. nous ne serons nullement surpris que l'on rencontre dans les hommes tant de différens caractères d'esprits.

ART. XXIV.  
Pourquoi les  
hommes sur-  
passent infiniment les bêtes  
par leur  
sçavoir, &  
pourquoi ce  
sçavoir est si  
rardif dans les  
hommes.

Et si nous faisons outre cela reflexion sur l'étendue du cerveau qui se trouve dans les hommes, comparée à celle qui se trouve dans les bêtes; nous ne serons pas non plus surpris qu'il y ait une si grande difference entre le sçavoir des uns & des autres, & que la plupart des bêtes sçachent en très-peu de temps tout ce qu'elles doivent sçavoir; au lieu que l'homme, qui par son sçavoir les surpasse infiniment, ne sçait qu'après une longue suite



## ESSAY DE DIOPTRIQUE. 91

d'années tout ce qu'il peut sçavoir. Le cerveau de l'homme est comme le Palais magnifique d'un puissant Roy, & celui d'une bête n'est que comme la petite cabane d'un pauvre berger: il faut plusieurs années pour bien meubler l'un; & l'autre peut être meublée en moins d'une heure de temps; mais aussi la difference est immense lorsque l'un & l'autre sont achevez d'être meublez.

### CHAPITRE VIII.

*De la maniere de travailler les verres de lunettes.*

**L**A bonté des grands verres de lunettes dépend principalement de la bonté de la matiere dont on les fait; mais il est si difficile d'en trouver qui ait la bonté requise, que de plus de deux cens grandes plaques de verre que j'ai fait polir avec beaucoup de soin, je n'en ai jamais pû trouver que deux raisonnablement bonnes & cinq passables.

Les points, les larmes, les filets, les tables, & les fibres, sans parler d'autres deffauts moins considerables, y sont un obstacle continuel; & dès que l'on trouve une plaque de verre exempte de ces deffauts, on peut, pour ainsi dire, s'assurer en même temps d'en faire un excellent verre de lunette, par la maniere dont je m'en fers.

Pour ce qui est des points, ils viennent ordinairement de ce que la matiere qui sort toute rouge du fourneau, est exposée trop promptement à l'air froid, qui en resserre la surface, & qui l'endurcit.

ART. I.  
Que la bonté des grands verres de lunettes dépend principalement de la matiere dont on les fait; mais qu'il est difficile d'en trouver qui soit bonne.

ART. II.  
Les deffauts qui se rencontrent dans la matiere.

ART. III.  
Ce que c'est que les points dans le verre.

pendant que le dedans est encore liquide: car comme cette matiere occupe alors plus d'espace qu'il ne lui en faut, & qu'elle ne pourra occuper lorsqu'elle sera froide; elle se trouve obligée en se refroidissant des'accommoder à sa surface endurcie, & de laisser de petits espaces vuides qui ne peuvent être remplis que d'une matiere fort subtile. Et pour peu que l'on fasse reflexion sur la maniere dont ces points ou espaces vuides se forment, on connoitra facilement qu'ils pourront être accompagnés de petits canaux invisibles, qui sortant de ces points comme autant de rayons, s'étrecissent peu à peu, jusqu'à ce qu'ils se perdent tout à-fait, ou qu'ils trouvent à se communiquer avec d'autres.

ART. IV.  
Que la recuif-  
son du ver-  
re sert à en ô-  
ter les points  
& les canaux  
invisibles.

On remédie un peu à ces points par la recuif-  
son de la matiere; mais comme elle ne la rend pas  
assez liquide pour en ôter les points un peu con-  
siderables, c'est beaucoup si elle en peut ôter les  
invisibles, aussi-bien que les canaux dont nous ve-  
nons de parler, qui auroient donné occasion à l'air  
en s'y introduisant, de fendre le verre jusqu'à l'en-  
droit, où il auroit trouvé une trop grande resi-  
stance.

ART. V.  
Qu'un air  
plus subtil  
que celui que  
nous respi-  
rons, est celui  
qui fend quel-  
quefois le  
verre.

On pourroit douter si l'air grossier, c'est-à-  
dire, celui que nous respirons, est la veritable  
cause de cet effet, ou si c'est une espece d'air plus  
subtil.

Mais lorsque je considere avec quelle violence  
l'air, soit grossier soit subtil, y agit, & principale-



ment en ce qu'on appelle larmes de verre, qu'il brise en moins de rien en une infinité de pieces, en s'y introduisant par le canal invisible de sa queue cassée; & lorsque je considere en même temps que l'experience nous apprend, qu'il faut un temps bien considerable à l'air grossier pour rentrer par une ouverture assez visible dans un balon, dont il auroit été tiré par la machine pneumatique; il me semble qu'il ne reste plus aucun lieu de douter que ce ne soit un air subtil qui fait un effet si surprenant.

Nous ne serons donc pas surpris de voir qu'une larme de verre enfermée dans un balon, dont on a tiré l'air par la machine pneumatique, s'y brise avec plus de violence en la cassant par sa queue, que quand on la casse dans l'air libre & grossier; car les pores qui sont à la surface de cette larme ayant été fort rétreffis par l'eau froide, où les ouvriers les jettent en les travaillant, ces pores, dis-je, refusent le passage à l'air subtil introduit dans le balon par ses propres pores élargis par la recuison. De plus l'air grossier peut encore soutenir les parois de la larme, & empêcher outre cela la libre entrée de l'air subtil par l'ouverture de sa queue cassée; au lieu que dans le vuide, l'air subtil trouve toutes les dispositions nécessaires pour y entrer avec facilité, & sans en être empêché par l'air grossier.

Tout le mal que les points peuvent faire aux verres de lunettes, c'est de détourner les rayons plus

ART. VI.  
Qu'il n'y a pas de quoi s'étonner qu'une larme de verre dont on casse la queue, se brise dans un balon vuide d'air grossier, & qu'elle s'y brise avec plus de violence que dans l'air libre.

ART. VII.  
Pourquoi les points font

du mal aux  
verres de lu-  
nettes.

ou moins du foyer, suivant qu'ils y entrent plus ou moins obliquement, & par consequent de faire en sorte que l'astre qu'on observe, se représente moins lumineux, & avec un peu moins de distinction que s'il n'y en avoit point, & qu'il se représente sur un fond lumineux, au lieu qu'il devroit être représenté sur un fond obscur.

ART VIII.  
Comment on  
les peut évi-  
ter.

Je les ai entièrement évitez en laissant une bonne quantité de matiere dans un fourneau, qui étoit près d'un mois à s'éteindre, & avant que d'avoir perdu toute sa chaleur; car j'en ai tiré un cube de verre de plus d'un pied, qui n'avoit pas seulement la moindre apparence de points.

ART. IX.  
Ce que c'est  
que les larmes  
dans le verre,  
& le mal qu'elles font aux  
grands verres  
de lunettes.

La couronne du fourneau, qui se vitrifiant par la violence du feu, découle goutte à goutte dans les pots qui contiennent la matiere, est la source ordinaire des larmes. Elles font à peu près le même mal que les points aux verres de lunettes: car comme elles sont ordinairement d'une matiere plus dure que celle où elles se trouvent, les rayons qui les traversent ne doivent pas souffrir la même refraction que ceux qui ne les traversent pas, & se doivent par consequent détourner à peu près comme ceux qui traversent les points.

ART. X.  
Qu'elles y  
font plus de  
mal que les  
points

Les larmes sont pourtant plus dangereuses que les points, en ce que les rayons qui les traversent, ne s'éloignant pas du foyer du verre aussi considérablement que la plûpart des rayons qui traversent les points, y troublent beaucoup plus l'image de l'objet, & font une confusion bien plus grande,



que s'ils s'en éloignoient considerablement.

On peut conclure de-là qu'elles sont d'autant plus dangereuses, qu'elles s'approchent plus de la nature de la matiere où elles se trouvent, à moins qu'elles ne s'en approchent d'extrêmement près.

ART. XI.  
Quand elles y  
font le plus de  
mal.

Les filets sont une suite des larmes, qui en tombant, & en passant au travers de la matiere liquide qui est dans les pots, s'éfilent & traînent derriere elles des queuës ou des filets. Ils font paroître l'astre avec une traînée de lumiere, ou une espee de queuë de côté & d'autre, dont chacun pourra facilement comprendre la raison par ce que nous venons de dire du deffaut des larmes & des points.

ART. XII.  
Ce que c'est  
que les filets  
dans le verre,  
& le mal qu'ils  
font aux  
grands verres  
de lunettes.

Les tables viennent de ce que les ouvriers sont accoutumés de lever une glace: c'est-à-dire de prendre dans les pots au bout de leurs cannes de la matiere pour une glace, à quatre ou cinq reprises ou plus, selon qu'elle est grande, & de rouler chaque levée sur une table de marbre froide, & quelquefois pleine de cendres & de poussiere.

ART. XIII.  
Ce que c'est  
que les tables  
dans le verre.

Il n'y a rien de si facile que de les éviter, aussi bien qu'une espee de fibres qui les accompagnent ordinairement, pourvû qu'on ne demande pas des plaques de verre d'une grandeur excessive; on n'a qu'à ordonner à l'ouvrier qui les fait, de ne les lever qu'à deux fois: car on pourra après en les usant avec du grais ou avec du gros sable, en ôter la premiere levée qui sera peu de chose, & ne se servir que de la seconde qui pourra être assez épaisse pour ce qu'on en voudra faire.

ART. XIV.  
La maniere  
d'éviter les ta-  
bles & les fi-  
bres qui les  
accompa-  
gnent.

ART. XV.  
Que les fibres  
sont le deffaut  
le plus confi-  
derable de  
tous ceux qui  
se trouvent  
dans le verre.

Les fibres sont le deffaut le plus considerable & le plus dangereux que puissent avoir les verres de lunettes; & je suis tres-persuadé, qu'on auroit de la peine à trouver une seule plaque de verre un peu grande & un peu épaisse, qui en fût entierement exempte.

ART. XVI.  
Qu'il y a plu-  
sieurs sortes de  
fibres dans le  
verre.

Je croiois dans le commencement qu'il n'y en avoit point d'autres que celles, qui, comme j'ai déjà dit, accompagnent ordinairement les tables, & qui s'étant trouvées sur la surface de la premiere levée, avoient été trop endurcies par l'air froid qui les avoit environnées, pour avoir pû être renduës liquides par une seconde levée, à un point requis pour faire un même corps avec elle, & en être entierement effacées. Je fus pourtant bien trompé, lorsqu'ayant ôté la premiere levée d'une plaque de verre, qui n'avoit été levée qu'à deux reprises, on en voïoit encore d'autres dans la seconde; & je ne pûs alors attribuer l'origine de celles-ci, qu'à la maniere dont les ouvriers prennent la matiere au bout de leurs cannes en les tortillant continuellement, afin d'en pouvoir lever une assez grande quantité à la fois. Mais mon étonnement fut bien grand, lorsque j'en vis dans une plaque que j'avois fait scier du milieu du cube de verre, dont j'ai parlé plus haut, & qu'ainsi il me falloit encore chercher l'origine de celles-ci.

ART. XVII.  
Composition  
du verre qui  
sert aux mi-  
roirs & aux

On sçait assez que le verre qui est le plus propre pour faire des lunettes, & dont on se sert ordinairement pour faire des miroirs, n'est composé que de



de sable, de soude, de magnese, & de zaffar, auxquels on ajoûte quelquefois du borax pour avancer la fusion, ce qu'il fait parfaitement bien. L'on sçait aussi que le zaffar n'y sert que pour en ôter la couleur trop jaune, & la magnese pour en ôter la couleur trop verte, & pour faire bouillonner la matiere dans les pots; que la soude n'est proprement qu'un fondant du sable; & que le verre doit par consequent avoir plus ou moins de dureté, à mesure qu'il en est plus ou moins chargé. Et comme il n'y a que le feu le plus violent qui soit capable de mêler ces ingrediens si bien & si étroitement ensemble, qu'ils ne prédominent pas plus en un endroit de la matiere qu'en l'autre; nous ne serons pas surpris qu'il y ait assez souvent des parties qui ont plus ou moins de dureté les unes que les autres, pour être plus ou moins mêlez avec le fondant, & dont chacune se conservant autant qu'il est possible en son entier, s'étend en fibres ou en filets semblables à ceux que l'on remarque lorsqu'on vient de faire un mélange de vin & d'eau.

Et pour ce qui est des parties de la matiere qui ont trop de dureté pour s'étendre en fibres ou en filets, nous ne serons pas surpris si elles se représentent à nos yeux en forme de larmes.

ART. XVIII.  
L'origine d'une certaine espece de larmes.

Jene crois pas qu'il soit necessaire de faire voir ici le mal que ces fibres peuvent faire aux grands verres de lunettes, puisque la chose est trop sensible à quiconque y fait la moindre reflexion. Il suffira de faire remarquer que les fibres invisibles,

ART. XIX.  
Qu'il n'est pas necessaire de faire voir le mal que les fibres peuvent faire aux grands verres

de lunettes, &  
qu'il y en a de  
plus dange-  
reuses les u-  
nes que les  
autres.

& celles qui approchent le plus de la nature du reste de la matiere, y doivent être les plus dangereuses, par la même raison que nous avons apportée en parlant des larmes; & il suffira d'avertir ici les ouvriers, que ce sera peine perdue de recommencer le travail d'un verre de lunette, qui n'aura pas réussi dès la première fois, supposé qu'il ait été travaillé avec toutes les précautions nécessaires: car il sera sans doute rempli d'une infinité de fibres & de filets invisibles, quoi qu'à la vûe il paroisse le plus beau du monde.

ART. XX.  
Qu'il est inu-  
tile de recom-  
mencer le tra-  
vail d'un ver-  
re de lunette,  
qui n'a pas  
réussi dès la  
première fois,  
& pour quelle  
raison.

Il m'est arrivé d'avoir recommencé le travail des verres de lunettes jusqu'à sept ou huit fois de suite, sans en avoir été guères plus content la dernière fois que la première. Ils faisoient toujours également mal, sans devenir ni pires, ni sensiblement meilleurs. Et pour m'assurer davantage, & être pleinement convaincu que c'étoit la matiere, plutôt que la maniere de travailler, qui me faisoit manquer ou réussir; j'ai eû assez de patience, & j'ai pû me résoudre à travailler des verres de lunettes plusieurs fois de suite, quoiqu'ils fussent tres-bons dès la première fois; & j'ai eû le contentement de trouver, qu'ils gardoient toujours à peu près le même degré de perfection, sans presque changer en rien. Ainsi il ne me restoit plus aucun lieu de douter de l'excellence de la maniere dont je me servois, & dont je ferai ici la description avec toutes les circonstances nécessaires.

ART. XXI.  
Comment il

Je commence par le choix d'une plaque de ver-



re la plus parfaite & la plus transparente qu'il m'est possible de trouver: je la prends d'une grandeur convenable, afin de pouvoir donner assez d'ouverture au verre de lunette que j'ai dessein d'en faire: j'ai soin qu'elle ait autant d'épaisseur qu'il lui en faut, pour qu'elle ne plie pas dans le travail, & qu'elle n'obéisse pas à la main qui la conduit; & enfin je fais en sorte, que ses bords soient d'égale épaisseur par tout, ce qui se connoît facilement par le moyen d'un simple compas recourbé.

Je prens après cela deux plaques de verre des plus épaisses que je puis trouver, & dont chacune n'excede guères de plus d'un tiers la premiere: je les arrête avec quelque mastic sur une table de pierre, ou de quelqu'autre matiere qui ne soit pas trop sujette aux changemens du temps; & en y travaillant alors avec du gros sable un verre d'un petit diametre, je les creuse à peu près autant qu'il faut pour qu'elles me servent de deux bassins pour y travailler mon verre du foyer que je souhaite: ensuite j'adoucis tant soit peu l'un de ces deux côtez dans l'un des bassins, & l'autre côté dans l'autre bassin, & je frote ensuite ces deux côtez à sec & de toutes mes forces, jusqu'à ce qu'ils soient assez luisans, & en état de laisser passer autant de rayons qu'il faut, pour reconnoître les objets au travers; & ajoutant alors un verre dont le foyer m'est exactement connu, ce qui me donne un nouveau foyer, & moindre que celui qui m'étoit connu, je dis par une regle de trois: comme la

faut travailler  
les grands  
verres de lu-  
nettes

ART. XXII.  
Comment il  
faut s'y pren-  
dre pour a-  
voir les verres  
de lunettes  
d'un foyer de-  
terminé.

différence qu'il y a entre le foyer du verre que je connois, & celui que je trouve après avoir joint les deux verres ensemble, est au foyer du verre qui m'étoit connu; ainsi est celui des deux verres joints ensemble, au foyer du verre éclairci que je cherche.

Si je m'aperçois qu'il est plus long ou plus court que je ne le desiré, je continuë de creuser ou de redresser ces deux bassins, jusqu'à ce que je me trouve à peu près au point desiré.

ART. XXIII.  
Comment il  
faut adoucir  
les verres de  
lunettes.

Alors rejetant toute sorte de machines comme autant d'inventions nuisibles au travail des lunettes, même les molettes, qui dirigeant la main de telle sorte, que les bords du verre se travaillent plus que son milieu, le font dévier de la figure sphérique; & ne mettant dessus que la main doucement, & seulement autant qu'il faut pour le conduire; je l'adoucis premièrement avec du sable fin, & après avec de l'émeri, avec lequel je continuë toujours le travail, jusqu'à ce qu'il soit réduit en une poudre tres-blanche & impalpable, & que le verre soit parvenu en un tel état, que quoiqu'il ait sept ou huit pouces de diamètre, il puisse en moins d'une heure ou deux être parfaitement bien poli.

ART. XXIV.  
Comment il  
les faut polir.

Or pour bien polir ce verre l'on colle dans le bassin, une feuille de papier fin & un peu ferme, le plus également qu'il est possible, & on la couvre avec de la poussière du meilleur tripoli, après l'avoir renduë avec une pierre de ponce d'égale épaisseur par tout, & de la même figure du bassin.



Voila en quoi consiste tout le secret de faire de grands verres de lunettes, sans que je sçache en avoir obmis quoique ce soit, si ce n'est quelque minutie, que cette matiere pourroit avoir de commun avec toutes les autres, & que l'on apprendra beaucoup mieux par un peu d'experience & d'habitude, que par tout ce que j'en pourrois dire ici.

ART. XXV.  
Qu'on a obmis quelques minuties que cette maniere a de commun avec toutes les autres.

Et je doute fort que l'on puisse trouver une maniere, par laquelle on réüssisse mieux ni plus facilement dans le travail des grands verres de lunettes d'une figure spherique, qui par beaucoup de raisons est preferable à l'elliptique & à l'hyperbolique, & à d'autres figures semblables qui pourroient seulement dans un seul ordre des lignes, & qu'on suppose par consequent partir d'un seul point, satisfaire à l'effet que les Dioptriciens en attendent.

ART. XXVI.  
Qu'il n'y a guères moyen de trouver une maniere par laquelle on réüssisse mieux dans le travail des grands verres de lunettes que celle que je viens d'en seigner.

Pour ce qui est des oculaires, ils ne se doivent pas travailler autrement que les grands verres de lunettes, sinon qu'il sera à propos de les user dans des formes de cuivre, ou de quelqu'autre métal, puisque ces formes sont moins sujettes à changer de figure que celles de verres.

ART. XXVII.  
Comment il faut travailler les oculaires.

Si les molettes & toutes sortes de machines sont nuisibles au travail des grands verres de lunettes, elles ne le sont guères moins au travail des oculaires, quoiqu'on puisse s'en servir avec fruit pour les user promptement & en peu de temps. Mais au lieu de molettes, qui doivent nuire d'autant plus qu'elles sont élevées en hauteur sur le verre, l'on y peut

ART. XXVIII  
Que les molettes & toutes sortes de machines, nuisent aussi bien dans le travail des oculaires, que dans le travail des grands verres de lunettes.

mettre en les adoucissant & en les polissant, une petite goutte de cire d'Espagne ou de mastic, afin que le doigt ne soit pas sujet à glisser dessus pendant le travail.

ART. XXIX.  
Comment il  
faut travailler  
les petites len-  
tilles.

Les verres que l'on appelle ordinairement lentilles, se doivent encore travailler de même; mais comme nos doigts sont trop grossiers pour manier des choses si délicates (car on en peut faire qui n'ont guères plus d'une quatrième partie de ligne de foyer) il faut de nécessité se servir ici de molettes; & l'on peut outre cela soutenir ces verres à côté par d'autres, ou par l'équivalent, ou les travailler d'une portion de sphere un peu grande, ce qui doit être bien observé ici; comme aussi que les formes dans lesquelles on les travaille, ne doivent être guères moins d'une demi-sphere.

ART. XXX.  
Comment il  
les faut polir.

Pour les polir, on pourra prendre une feuille de papier & la reduire par le moyen d'un peu d'eau en une pâte, à laquelle on pourra facilement imprimer la même figure du bassin, dans lequel le verre aura été adouci, & lorsque cette nouvelle forme de papier sera sèche, la couvrir, ou plutôt la remplir de poudre de tripoli. On les pourroit encore polir dans une forme de bois, dans laquelle ces verres se polissent merveilleusement bien, avec un peu de pottée d'étain mouillée.

ART. XXXI.  
Comment il  
faut faire les  
lentilles qui  
ont leur foyer,  
au dessous  
d'une qua-

Si l'on desire des lentilles qui ayent le foyer au dessous de la quatrième partie d'une ligne, il sera plus à propos de les fondre à la chandelle sur la pointe d'une éguille, que de les travailler de la ma-



niere que je viens de l'enseigner : car lorsqu'elles auront été fonduës avec un peu de précaution & d'adresse, elles seront tout aussi bonnes, & quelquefois meilleures, que celles qui auront été travaillées avec beaucoup de soin & de peine.

Si les deffauts qui se rencontrent dans la matiere, & dont nous avons parlé plus haut, sont nuisibles aux grands verres de lunettes, ils ne le sont guères moins aux oculaires & aux lentilles ; mais avec cette différence, que ceux qui nuisent le plus aux uns, nuisent le moins aux autres, dont chacun verra assez facilement la raison.

trième partie  
de ligne.

ART. XXXII.  
Que les deffauts du verre nuisent autrement aux oculaires & aux lentilles, qu'ils nuisent aux grands verres de lunettes.

Il ne reste à present que de recommander aux ouvriers, d'avoir soin d'adoucir parfaitement bien les verres, afin qu'ils puissent être parfaitement bien polis, & aplanis en sorte que pour ainsi dire aucun petit trou de tous ceux que l'émeri fin y auroit pû former n'y soit laissé : car chaque petit trou laissant passer autant de rayons que si cet endroit étoit parfaitement uni, doit faire le même effet qu'un point, & détourner à peu près de même les rayons qui y passent.

ART. XXXIII.  
Qu'il importe beaucoup que les ouvrages soient bien polis.

## CHAPITRE IX.

*De la maniere de se bien servir des verres de lunettes.*

**S**'IL étoit possible de trouver une figure, qui eût la propriété de réunir précisément tous les rayons, qui partent de divers points de quelque ob-

ART. I.  
Qu'il y a deux choses qui empêchent les rayons

paralleles de  
se réunir exa-  
ctement dans  
un point.

jet, en autant d'autres points, & s'il n'y avoit pas après cela une propriété dans la refraction, qui empêchât le parfait concours des rayons, comme nous l'avons déjà fait remarquer plus haut; l'on pourroit, pour ainsi dire, donner aux verres de lunettes telle ouverture qu'il plairoit, & l'on auroit heureusement trouvé le secret, de faire autant, & même plus d'effet, avec une lunette de peu de pieds de longueur, que l'on fait presentement avec la plus grande.

ART. II.  
Qu'il n'y a  
pas moyen  
d'éviter l'une  
de ces deux  
choses separe-  
ment.

Mais bien loin de pouvoir trouver le moyen de satisfaire à ces deux conditions ensemble, il est impossible de satisfaire à l'une des deux séparément; de maniere que nous sommes encore bien loin de la perfection, que plusieurs grands hommes, raisonnant sur de faux principes, ont depuis longtemps cherchée inutilement dans les lunettes d'approche.

ART. III.  
Que la figure  
sphérique y  
satisfait mieux  
que toute au-  
tre que l'ima-  
gination se  
pourroit for-  
mer.

Et comme la figure sphérique satisfait encore mieux à la premiere condition, qu'aucune autre que l'imagination se puisse former; & qu'outre cela l'art, n'allant pas assez loin, ne nous permet pas de travailler des verres de lunettes de quelqu'autre figure, dans la justesse requise; je ne parlerai que de celle-là, negligant même quelques minuties, que l'on peut negliger sans une erreur sensible. Et afin que ce Chapitre soit plus complet, je ferai premierement voir ce qui doit arriver aux rayons, lorsqu'ils tombent sur une surface sphérique qui les reflechit.

POUR

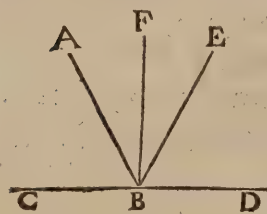


ESSAY DE DIOPTRIQUE. 105  
POUR LA REFLEXION.

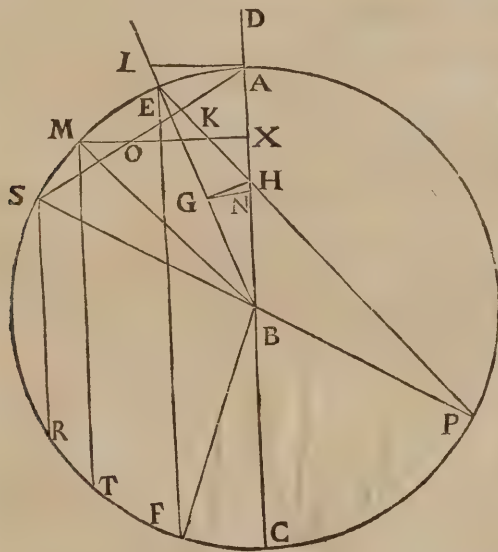
*Premiere proposition.* Etant donné un rayon qui tombe avec une certaine obliquité sur une surface plate, trouver son rayon reflechi.

ART. IV.  
Les démon-  
strations de  
quelques pro-  
positions tou-  
chant la refle-  
xion.

Soit AB le rayon incident, soit CD la surface plate, & soit du point d'incidence B tirée BE, en sorte que l'angle EBD soit égal à l'angle ABC; ou soit du point d'incidence B tirée la perpendiculaire BF & la ligne BE, en sorte que l'angle FBE soit égal à l'angle ABF; BE sera le rayon reflechi du rayon incident AB.



Ceci est manifeste par ce que nous avons dit de la reflexion dans le quatrième chapitre.



*Seconde propo-  
sition.* Etant don-  
né un rayon qui  
tombe sur une  
surface spheri-  
que concave ou  
convexe, paral-  
lele à l'axe, trou-  
ver son rayon  
reflechi.

Soit EF le ra-  
ion incident pa-  
rallele à l'AC;  
& soit du point  
d'incidence E, & par l'axe AC tirée la corde EP éga-

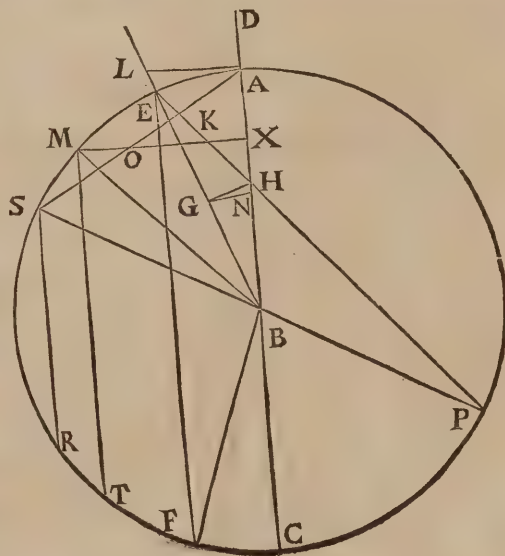
O

le à la corde FE, je dis que EP sera le rayon réfléchi du rayon incident FE.

*Démonstration.* Soient du centre B tirez les trois demi-diamètres BE, BF, & BP. Donc parce que les deux triangles isosceles EBF, EBP sont égaux, l'angle BEP sera égal à l'angle FEB, & par conséquent EP sera le rayon réfléchi du rayon incident FE. Cette proposition se peut encore démontrer d'une autre manière : car soit FE le rayon incident parallèle à l'axe AC ; soit tiré du centre B le demi-diamètre BE & divisé en deux également au point G ; du point G soit tirée GH perpendiculaire au demi-diamètre BE ; & du point d'incidence E soit tirée par le point H, où la perpendiculaire GH coupe l'axe, la droite EH. Je dis que EH sera le rayon réfléchi du rayon incident FE.

*Démonstration.*

L'angle FEB est égal à l'angle ABE ; & comme l'angle ABE est égal à l'angle BEH, l'angle BEH se ra aussi égal à l'angle FEB ; & par conséquent EH sera le rayon réfléchi du rayon incident FE.





Il s'ensuit 1<sup>o</sup> que EH est égale à HB.

2<sup>o</sup> Que le point N où le demi-diametre AB est coupé en deux également, est le terme au dessous duquel, par rapport au centre, aucun rayon reflechi d'un rayon incident parallele à l'axe, ne peut couper l'axe; car la droite BH ne peut jamais être plus petite que le quart du diametre GB.

3<sup>o</sup> Que le rayon reflechi du rayon incident qui est parallele à l'axe, & qui suit immédiatement le rayon qui fait l'axe, ou qui est dans l'axe, coupe ce rayon pour ainsi dire, au quart du diametre N: car dans la rigueur geometrique, il est évident qu'aucun rayon n'y peut venir que celui qui est dans l'axe.

4<sup>o</sup> Que FE est à BE comme BE est à EH ou à HB: car les deux triangles FEB, BEH sont semblables.

5<sup>o</sup> Que BH sera la secante de l'angle GBH, ou de l'angle d'incidence FEB qui lui est égal, si l'on suppose que GB soit sinus total, & que NH sera la difference de cette secante au sinus total GB.

6<sup>o</sup> Si l'on tire la tangente AL. Donc parce que les deux triangles HGB, ALB sont semblables, GB sera à HB comme AB, à BL; & par consequent BL sera le double de HB, & LE le double de HN.

7<sup>o</sup> Si un rayon comme TM tombe sur le cercle à 45<sup>d</sup> éloigné du sommet A, le rayon reflechi coupera l'axe AC à angles droits; car l'angle BMX est égal à l'angle MBX qui a été suppose être de 45<sup>d</sup>, & par consequent l'angle MXB est droit.

8<sup>o</sup> Si un rayon comme RS tombe sur le cercle à 60<sup>d</sup> éloigné du sommet A, le rayon reflechi passera

Voyez la figure  
precedente.

par ce sommet : car si l'angle SBA est de  $60^d$ , l'angle ASB le doit être aussi, & par conséquent aussi l'angle SAB. Donc AB sera égale à BS, ou à SA, & le rayon reflechi SA coupera l'axe au sommet A.

*Troisième proposition.* L'angle qui se fait par deux rayons reflechis qui se croisent, est le double de celui qui est au centre.

Soient SA, MX les deux rayons reflechis qui se croisent au point O. Je dis que l'angle SOM est le double de l'angle SBM qui est au centre.

*Demonstration.* L'angle DAS est égal aux deux angles AOX, AXO, ou aux deux angles égaux ASB, ABS ; & comme l'angle AXO est égal aux deux angles égaux XMB, XBM, qui sont chacun plus petits que les angles ASB, ABS de la quantité de l'angle SBM ; l'angle AOX ou MOX sera le double de l'angle SBM.

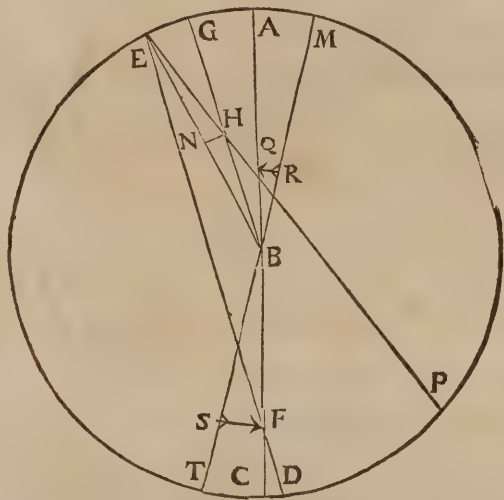
Il s'ensuit que les rayons reflechis se croisent plutôt que de venir à l'axe ; & il s'ensuit qu'ils se croisent d'autant plus proche de l'axe, & qu'ils coupent l'axe en des points qui sont d'autant plus proches l'un de l'autre, que leurs rayons incidens sont plus proches de l'axe, quoique les points de leurs incidens soient toujours à la même distance l'un de l'autre.

*Quatrième proposition.* Etant donné un rayon qui tombe sur une surface spherique concave, & qui n'est pas parallele à l'axe, trouver son rayon reflechi.

Soit EF le rayon incident ; & soit du point d'incidence E tirée la corde EP égale à la corde ED : c'est-à-dire au rayon EF prolongé jusqu'à la cir-



conference du cercle en D, je dis que EP sera le rayon reflechi du rayon incident EF. Ou bien soit EF le rayon incident; soit du centre B tiré le demi-diametre BG parallele au rayon incident FE; soit du même centre B tiré le demi-diametre BE, & divisé en deux également au point N; du point N soit tirée NH perpendiculaire au demi-diametre BE; & du point d'incidence E soit tirée par le point H, où la perpendiculaire NH coupe le de-



mi - diamètre B  
G, la droite EP  
qui coupe l'axe  
au point Q. Je  
dis que EQ sera  
le rayon réfléchi  
du rayon inci-  
dent FE.

Les démonstrations de cette proposition ne sont pas autres que celles qui

ont été apportées pour les rayons parallèles à l'axe.

Ils'enfuit, outre plusieurs choses que nous venons de remarquer touchant les rayons incidens paralleles à l'axe :

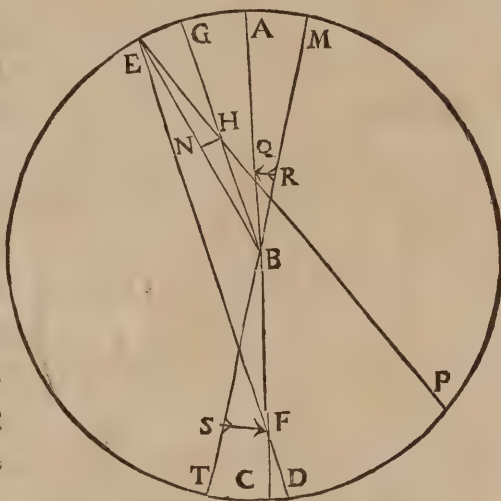
1<sup>o</sup> Que FE est à FQ, comme HB est à BQ.

2° Que  $FE$  est à  $FB$ , comme  $EQ$  est à  $BQ$ ; & que par conséquent, si l'on divise le demi-diamètre  $AB$  au point  $Q$ ; en sorte que  $AF$  soit à  $FB$ , comme  $AQ$

est à QB, le point Q sera le terme ou la borne, au dessous duquel, par rapport au centre, aucun rayon réfléchi ne coupera l'axe.

3° Que si les rayons partoient du point C, qui est à l'extrémité du diamètre AC, le terme ou la borne, au dessous duquel, par rapport au centre, aucun rayon réfléchi ne couperoit l'axe, seroit éloigné du centre B d'un tiers du demi-diamètre.

4° Que si un de ces rayons, qui partiroient du point C, rencontroit le cercle dans un point éloigné de  $90^d$  du sommet A, son rayon réfléchi couperoit l'axe par ce sommet.



5<sup>o</sup> S'il y avoit un point comme S d'où les rayons partoient vers le même cercle ; la droite T M tirée par ce point S & par le centre B , feroit un nouvel axe ; & par conséquent si le point S étoit éloigné du centre B, autant que le point F en est éloigné, & si FS étoit quelque objet, son image QR feroit représentée à l'autre côté du centre B, & éloigné de ce centre, en sorte que AF seroit à BF, comme AQ à QB, & MS à BS, comme MR à RB, &c. Il



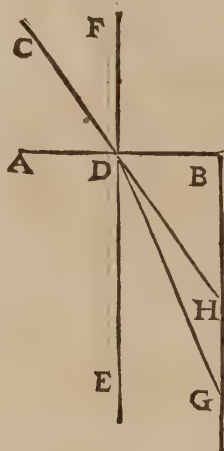
# ESSAY DE DIOPTRIQUE. III

s'ensuit que si cet objet étoit dans le centre du cercle, il y toucheroit son image; & que si cet objet alloit au delà de ce centre vers le sommet A, son image viendrait en deçà de ce centre, &c.

## POUR LA REFRACTION.

*Premiere proposition.* Si un rayon oblique CD, tombe sur une surface plate AB, qui fait la separation de deux corps diaphanes de differente espece;

ART. V.  
Les demon-  
strations de  
quelques pro-  
positions tou-  
chant la refra-  
ction.



le rayon rompu DG, & le prolongé DH, tous deux bornez de la perpendiculaire BG, seront entre eux comme 3 à 2, si le rayon incident CD passe au point d'incidence D, de l'air dans le verre.

*Demonstration.* L'angle DHB est égal à l'angle d'incidence CD F, & l'angle DGH égal à l'angle rompu EDG. Donc GD est à DH comme le sinus de l'angle d'incidence est au sinus de l'angle rompu: c'est-à-dire comme 3 à 2.

Si DG étoit le rayon incident, & qu'il passât du point d'incidence D, du verre dans l'air, CD seroit son rayon rompu, & le prolongé DH seroit à ce rayon incident, comme 2 à 3.

*Seconde proposition.* Etant donné un rayon qui tombe sur la surface spherique d'un verre, parallele à l'axe, trouver geometriquement son rayon rompu.





xité; du centre G soit tiré le demi-diametre GB, & du point E la ligne EV parallèle à ce demi-diametre; & soit enfin tirée du point d'incidence B la droite BD, en sorte qu'elle soit à BE comme 3 à 2, & bornée de la même perpendiculaire EV; je dis que BD sera le rayon rompu du rayon incident AB.

*Démonstration.* L'angle aEB est égal à l'angle d'incidence ABF, & l'angle BDE égal à l'angle rompu GBD. Donc BD est à BE comme le sinus de l'angle d'incidence est au sinus de l'angle rompu. Or BD est à BE comme 3 à 2: & partant BD est le rayon rompu du rayon incident AB.

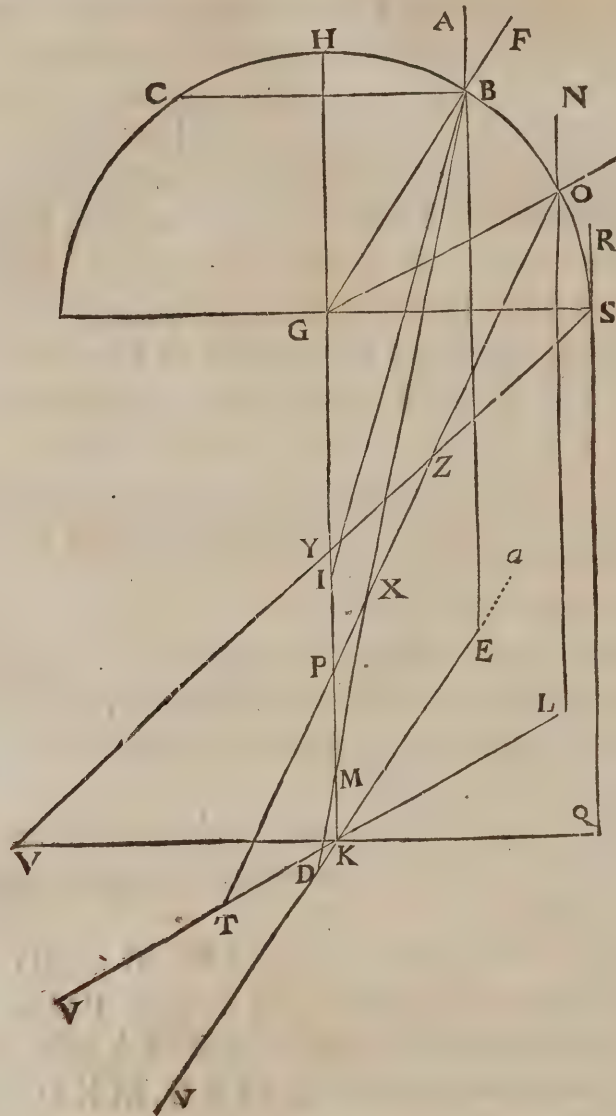
Il s'ensuit que si le demi-diametre GB étoit mobile sur le centre G, la ligne BE mobile sur les points B & E, la ligne VE mobile sur le point K, & enfin la ligne BD mobile sur le point B, en sorte qu'elle pût glisser le long de la ligne EV, l'on pourroit trouver pour ainsi dire tout d'une veüe, tous les rayons rompus de tous les rayons incidens parallèles à l'axe.

Il s'ensuit encore 1<sup>o</sup>, que l'angle rompu fait les  $\frac{2}{3}$  de l'angle d'incidence, lorsque ce dernier angle est fort petit.

2<sup>o</sup> Que BE est à BD comme MK est à MD, & MG à MB; que GM est à MK comme BM est à MD; que BG est à BM comme ED est à BD, &c. car les trois triangles DBE, MGB, MKD sont semblables.

3<sup>o</sup> Que le point K, que l'on peut appeller le foyer absolu, est le terme ou la borne au dessous

114      ESSAY DE DIOPTRIQUE.  
duquel par rapport au centre, aucun rayon rompu



ne coupera l'axe : car BE & EK sont toutes deux  
ensemble égales à BD ou à HK, dont chacun vaut



par consequent trois demi-diametres.

Il s'ensuit aussi, que si deux rayons AB, NO, dont le premier est plus proche de l'axe que le second, tombent paralleles à l'axe sur la convexité, le rayon rompu BD coupera l'axe HK plus loin du centre G que le rayon rompu OT ne coupera cet axe, & par consequent que les rayons rompus se couperont avant que de parvenir jusqu'à l'axe.

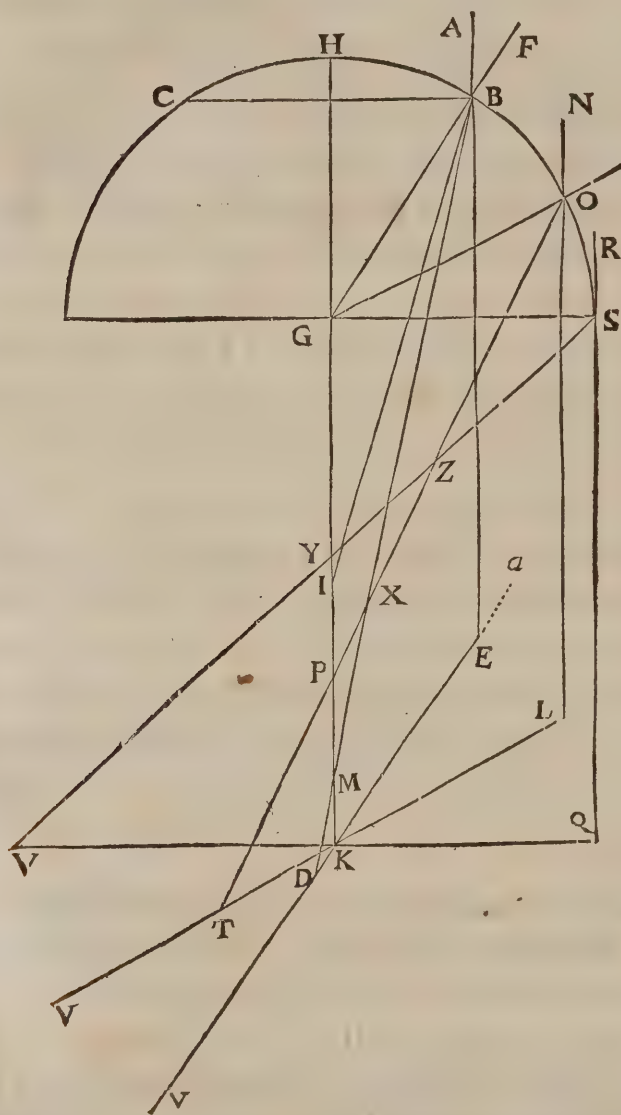
Il s'ensuit de plus que si trois rayons AB, NO, RS y tomboient paralleles à l'axe sur trois points B, O, S, qui seroient à égale distance l'un de l'autre, les rayons rompus BD, OT qui viendroient des deux rayons incidens les plus proches de l'axe, couperont l'axe en deux points qui seroient plus proches l'un de l'autre, que les deux points par lesquels passeroient les deux rayons rompus OT, SV.

Il s'ensuit aussi que si l'on suppose, que le demi-diametre soit 100000, le point Y qui sera le terme ou la borne, au dessus duquel par rapport au centre, aucun rayon rompu ne coupera l'axe, sera de  $\frac{89436}{100000}$  de ces parties, éloigné du centre G : car dans le triangle rectangle GYS, où GY est à SY comme 2 est à 3, l'angle GSY est de  $41^d 48' \frac{1}{2}$ , & partant GY  $\frac{89436}{100000}$ .

L'on pourra calculer avec la même facilité la distance du centre G au point, où le rayon rompu d'un rayon incident quelconque parallele à l'axe, doit couper cet axe. Car si par exemple l'angle d'incidence ABF, ou l'angle HGB qui lui est égal, est de dix degrez, l'angle GBM sera de  $6^d 39'$ , parce

que  $GM$  est à  $BM$  comme 2 à 3 ; & partant l'angle  $GMB$  de  $3^d 21'$ , &  $GM 198114$  ; & ainsi des autres.

*Troisième proposition.* Si le rayon rompu BM, au lieu





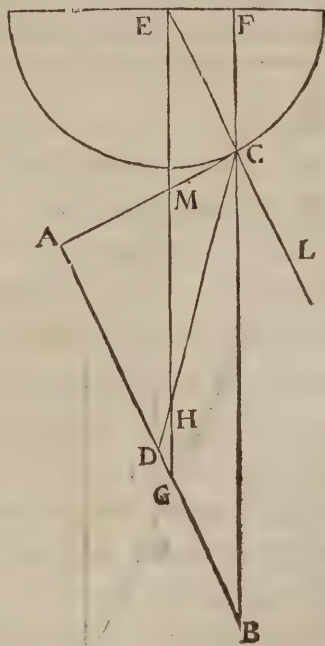
de continuer sa route depuis le point B au travers du verre, rencontroit la surface plate de l'air B C sans traverser quelque épaisseur de verre sensible; je dis que BI tirée du point B égale à GM & bornée de l'axe HK, feroit le rayon rompu du rayon incident AB, ou pour mieux dire du rayon incident BM.

*Demonstration.* BM est le rayon incident sur la surface plate B C, & prolongé jusqu'en M. Or BM est à MG comme 3 est à 2; & par conséquent si l'on tiroit BI égale à GM, & en sorte qu'elle fust bornée de la même perpendiculaire HK dont BM est borné, BI feroit le rayon rompu du rayon incident AB.

*Quatrième proposition.*

Etant donné un verre plan convexe, dont le côté plat est tourné vers l'objet; trouver geometriquement le rayon rompu d'un rayon incident parallele à l'axe.

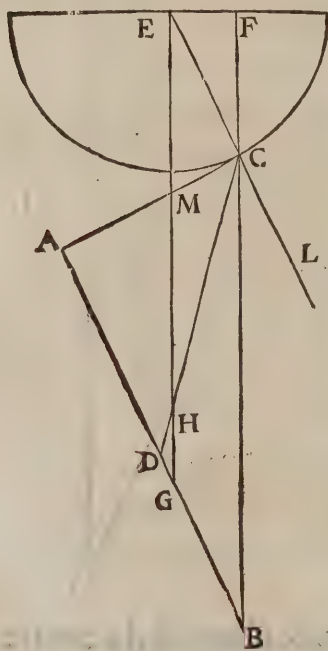
Soit E le centre du verre plan convexe; soit FC le rayon incident parallele à l'axe EG, & indefiniment prolongé. Du point d'incidence C soit tiré le demi-diametre EC, & par le point G qui soit dans l'axe, & éloigné du centre E de trois demi-diametres, soit tirée la droite AB pa-



rallele à ce demi-diametre ; & soit enfin tirée du point d'incidence C la droite CD bornée de la perpendiculaire AB, aussi bien que CB, & en sorte que CB, qui vaut trois demi-diametres soit à CD comme 3 est à 2 ; je dis que CD sera le rayon rompu du rayon incident FC.

*Demonstration.* L'angle ABC est égal à l'angle d'incidence ECF, & l'angle ADC égal à l'angle rompu DCL. Donc DC est à BC comme le sinus de l'angle d'incidence est au sinus de l'angle rompu. Or DC est à CB comme 2 est à 3, & partant DC est le rayon rompu du rayon incident FE.

Il s'ensuit que si le demi-diametre EC étoit mo-



bile sur le centre E ; la ligne CB mobile sur les points C & B, la ligne AB mobile sur le point G ; & enfin la ligne DC mobile sur le point C, en sorte qu'elle pût glisser le long de la ligne AB ; l'on pourroit trouver pour ainsi dire, tout d'une veüe, tous les rayons rompus de tous les rayons incidens paralleles à l'axe, qui pourroient passer.

Il s'ensuit, que lorsque l'angle d'incidence est fort petit, cet angle fait



les  $\frac{2}{3}$  de l'angle rompu, & par conséquent l'angle de refraction le  $\frac{1}{3}$  de cet angle rompu, & la moitié de l'angle d'incidence.

Il s'ensuit encore, que BC est à CD, comme HG est à HD, & HE à HC; que HE est à HG comme HC est à HD; que EC est à EH comme BD est à BC, &c. car les trois triangles BCD, DHG, ECH sont semblables.

Il s'ensuit aussi que le point G, que l'on peut appeler le foyer absolu, est le terme ou la borne, au dessous duquel, par rapport au centre, aucun rayon rompu ne coupera l'axe: car CB moins GB, plus EC: c'est-à-dire, CD plus EC sont égales à EG; & par conséquent le foyer absolu G est toujours éloigné du centre E de trois demi-diamètres.

Il s'ensuit de plus, que si deux rayons parallèles à l'axe, tombent sur un verre plan convexe, dont le côté plat est tourné vers l'objet, le rayon rompu qui vient du rayon incident le plus proche de l'axe, coupera cet axe plus loin du centre E, que ne fera le rayon rompu qui vient du rayon incident le plus éloigné de l'axe, & par conséquent que les rayons rompus se couperont avant que de venir à l'axe.

Il s'ensuit encore, que si quatre rayons parallèles à l'axe, tombent sur un verre plan-convexe, dont le côté plat est tourné vers l'objet, les deux rayons rompus qui viennent des deux rayons incidens les plus proches de l'axe, couperont cet axe en des points qui seront plus proches l'un de l'autre, que ne feront les rayons rompus qui viennent des deux

rayons incidens les plus éloignez de l'axe, quoique les deux premiers rayons incidens tombent sur deux points de la convexité, qui ne sont pas plus éloignez l'un de l'autre, que les deux autres qui sont dans la même convexité, & sur lesquels tombent les deux derniers rayons incidens.

Il s'ensuit encore que quand l'angle d'incidence est de  $41^{\text{d}} 48' \frac{1}{2}$ , le rayon rompu coupera l'axe au point M, qui sera éloigné du verre de  $\frac{34158}{100000}$  : c'est-à-dire, de l'excès que la sécante de cet angle aura par-dessus un sinus total de 100000, supposé que le demi-diamètre EC soit de 100000 : car dans le triangle ECM, où l'angle MEC est de  $41^{\text{d}} 48' \frac{1}{2}$ , & EM à MC comme 3 à 2, parce que le triangle ECM est semblable au triangle ACB, l'angle ECM doit être droit, & par conséquent EM la sécante de l'angle MEC dont le sinus total EC a été supposé être de 100000.

Il s'ensuit enfin, que le point M est le terme ou la borne au dessus duquel par rapport au centre E, aucun rayon rompu ne coupera l'axe, & que le rayon rompu qui passe par ce point, est le dernier qui pourra sortir du verre, &c.

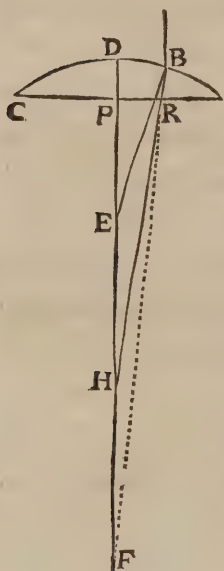
*Cinquième proposition.* Etant donné un verre plan convexe, dont la convexité est tournée vers l'objet, les rayons parallèles à l'axe se réunissent au foyer absolu, qui est éloigné de ce verre d'un diamètre moins  $\frac{2}{3}$  de son épaisseur.

Soit E le centre de la convexité du verre plan-convexe CDB ; D le sommet ; DP l'épaisseur ; F le foyer



foyer absolu de la convexité CDB, si elle étoit seule; RH le rayon rompu par la surface plate, & partant H le foyer absolu; Je dis que HP vaut un diamètre moins  $\frac{2}{3}$  de l'épaisseur DP.

*Démonstration.* RF est à RH, comme 3 est à 2; or comme RF est sensiblement égale à FP, & RH à PH; PF est aussi à PH, comme 3 à 2; mais PF est égale à trois demi-diamètres moins PD; donc HP est égale à un diamètre moins  $\frac{2}{3}$  DP.



Il s'ensuit que le foyer absolu d'un verre plan convexe, en est toujours plus éloigné, quand le côté plat est tourné vers l'objet, que quand le côté convexe y est tourné, & que cette différence monte à  $\frac{2}{3}$  de l'épaisseur de ce verre.

Il s'ensuit encore que le concours des rayons rompus se fait bien plus parfaitement, lorsque le côté convexe est tourné vers l'objet pour en recevoir des rayons parallèles à l'axe, que lorsque le côté plat y est tourné; & partant il semble, que l'on devroit preferer les verres plan-convexes aux convexes des deux côtez, & avoir un tres-grand soin de tourner leurs côtez convexes vers l'objet. Cependant comme il est constant par une infinité d'experiences, que les verres plan-convexes, font parfaitement le même effet, sans qu'on y puisse appercevoir la moindre differen-

ce, soit que leur côté plat ou convexe soit tourné vers l'objet; il me semble avec beaucoup de raison qu'il seroit bien inutile de vouloir donner quelque autre figure aux verres de lunettes, que la sphérique: car la difference qu'il y a entre le parfait concours des rayons qui passent au travers d'un verre plan convexe, lorsque son côté plat est tourné vers l'objet, & le parfait concours de ceux qui passent au travers de ce verre, lorsque son côté convexe est tourné vers l'objet, est si considerable, qu'il est impossible de pouvoir arriver encore par dessus cela à une difference aussi considerable, quoiqu'il y eût une figure qui ramassât les rayons paralleles à un point mathématique, pour ainsi dire.

*Sixième proposition.* S'il y a un verre convexe des deux côtes, dont les convexitez soient égales ou inégales; l'un des deux diametres des convexitez est à la distance du foyer absolu, comme la somme des diametres est à l'autre diametre, supposé qu'on neglige l'épaisseur du verre.

Soit KE le verre convexe; soient B & C les centres des convexitez; & soit DE un rayon incident parallele à l'axe. Si le rayon incident DE n'avoit que la premiere refraction à souffrir, son rayon rompu couperoit l'axe au point F qui seroit éloigné du sommet A de trois fois AC; mais comme ce rayon a encore une seconde refraction à souffrir; soit tirée du centre B la droite BG parallele au rayon rompu EF, & soit tirée EG qui coupera l'axe au point H; je dis que le foyer absolu sera au



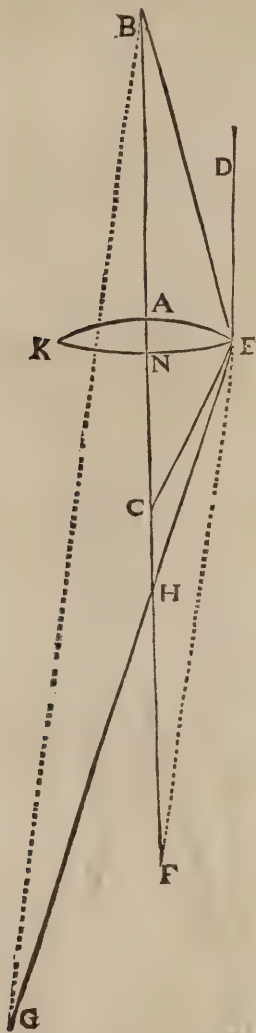
point H, & qu'il sera éloigné du verre KE dans la proportion qui a été dite.

*Demonstration.* Puisque le rayon incident DE a été détourné par la premiere refraction, comme

pour aller vers F, qui est éloigné du sommet A de trois demi-diametres de la premiere convexité KAE; la seconde refraction le détournera pour aller au point G, qui sera éloigné du centre B de trois demi-diametres de la deuxieme convexité KNE: c'est-à-dire, de trois fois NB: car BG peut être considérée comme l'axe de la convexité KNE, & le rayon EF, comme un rayon incident parallele à cet axe. Donc parce que les deux triangles BGH, EHF sont semblables, BG est à FE, comme GH est à HE, & *componendo* GB plus EF, à EF, comme GH plus HE qui valent un diametre de la convexité KNE, sont à HE: c'est-à-dire, que trois demi-diametres de la deuxieme convexité KNE, plus trois demi-diametres de la premiere convexité KAE, sont à

trois demi-diametres de cette derniere convexité,

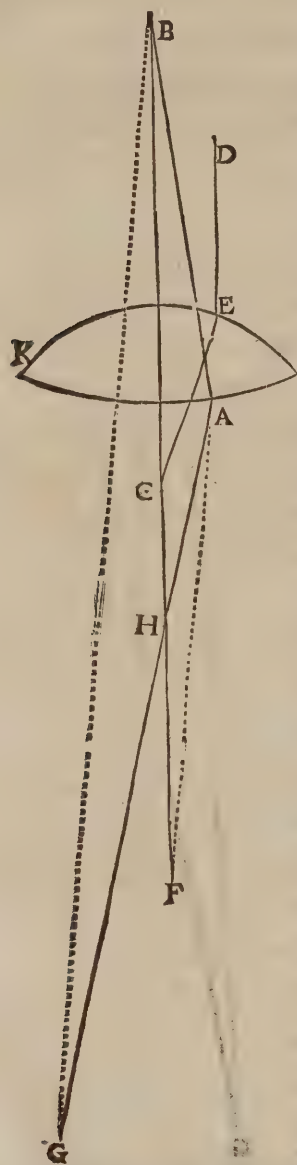
Qij







soient égales ou inégales, & que l'on considere l'épaisseur de ce verre; trois demi-diametres de la convexité la plus éloignée de l'objet, plus trois demi-diametres de l'autre convexité moins l'épaisseur du verre, seront à trois demi-diametres de cette dernière convexité, aussi moins l'épaisseur du verre, comme le diametre de la convexité la plus éloignée de l'objet, fera à la distance du foyer absolu.

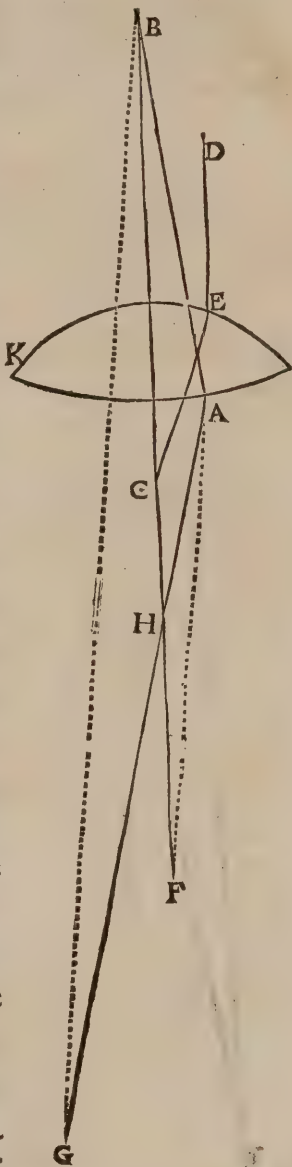


Soit AKE le verre convexe; soient B & C les centres des convexitez K E, K A; soit DE un rayon incident parallele à l'axe, & soit EA l'épaisseur du verre. Si le rayon incident DE n'avoit que la premiere refraction à souffrir, son rayon rompu couperoit l'axe au point F qui seroit éloigné du point d'incidence E de trois demi-diametres de la convexité K E; mais comme ce rayon a encore une seconde refraction à souffrir au point A, après avoir traversé l'épaisseur du verre EA; soit tirée du cen-

tre B la droite BG parallele au rayon rompu EF; &

du point A, où se doit faire la seconde refraction, soit tirée A G qui coupera l'axe au point H; je dis que le foyer absolu sera au point H, & qu'il sera éloigné du verre AKE dans la proportion qui a été dite.

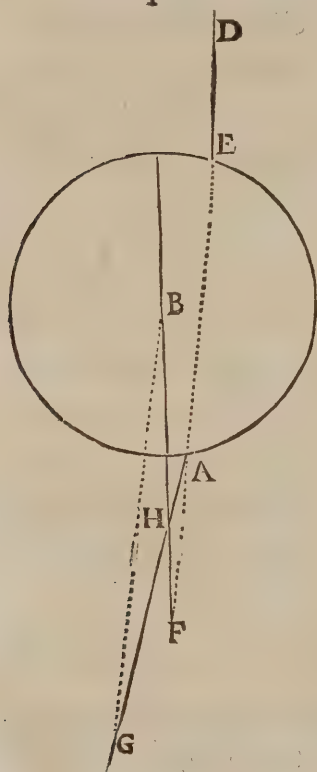
*Demonstration.* Puisque le rayon incident D E a été détourné par la premiere refraction, comme pour aller vers F qui est éloigné du point d'incidence E de trois demi-diametres de la convexité K E; la seconde refraction détournera son rayon rompu E A au point d'incidence A pour aller au point G, qui sera éloigné du centre B de trois demi-diametres de la convexité K A: c'est-à-dire, de trois fois A B: car B G peut être considérée comme l'axe de la convexité K A, & le rayon E A, qui est le rayon rompu du rayon incident D E, comme un rayon incident parallele à cet axe. Donc parce que les deux triangles B G H, A H F sont semblables, B G est à F E moins A E, comme G H est à H A; & *componendo* B G plus F E moins A E, à F E moins A E, comme A G est à





H A : c'est-à-dire, trois demi-diametres de la convexité K A, plus trois demi-diametres de la convexité K E moins l'épaisseur du verre, sont à trois demi-diametres de la convexité K E aussi moins l'épaisseur du verre, comme un diametre de la convexité K A, est à H A la distance du foyer absolu du verre.

Il s'ensuit que les verres, dont les convexitez sont inégales, ont le foyer plus loin du verre lorsque le côté le plus convexe est tourné vers l'objet, que



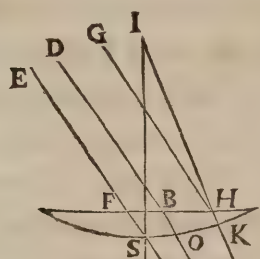
lorsque le côté le moins convexe y est tourné; en sorte que lorsque l'inégalité est tres-grande, & que le verre approche du plan convexe, la difference des distances des foyers approche de deux tiers de l'épaisseur du verre.

Il s'ensuit aussi qu'une boule de verre porte son foyer absolu hors de soi à la distance du quart du diametre : car B G plus E F moins E A, sont à E F moins E A, comme G A est à H A : c'est-à-dire que deux diametres de la boule sont à un demi-diametre, comme un

diametre est à un quart de diametre, qui est la distance que la boule porte son foyer absolu hors de soi.

*Huitième proposition.* Les rayons paralleles entre eux, & qui coupent l'axe, ont leur foyer oblique autant éloigné du verre, que le foyer principal, qui vient dans l'axe, en est éloigné, pourvû toutefois que l'angle qu'ils font en coupant l'axe, ne soit pas trop grand.

Soit premièrement BHK un verre plan convexe, dont le côté plat soit tourné vers l'objet ; soit DB



un rayon incident quelconque ; & soit GH le rayon incident parallele au rayon DB, & dont le rayon rompu HK, où son prolongé HI passe par le point I qui est le centre de la convexité. Je dis que les rayons rompus des rayons incidents paralleles DB, GH, aussi bien que tous ceux qui lui sont paralleles, se

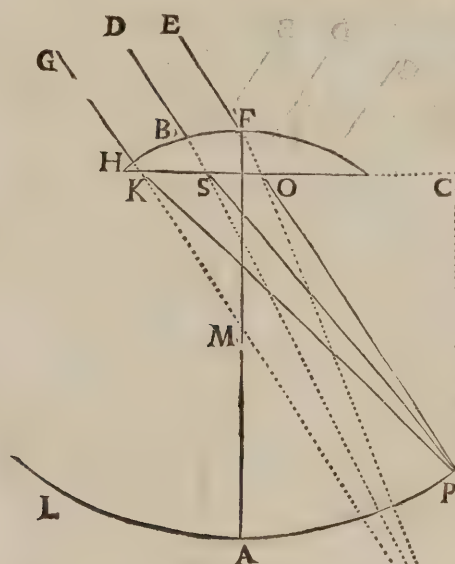
réuniront au point C, qui sera leur foyer oblique, & qui sera éloigné du verre BHK d'un diametre de la convexité : c'est-à-dire, autant que le foyer principal qui vient dans l'axe en est éloigné.

*Demonstration.* Tous les rayons qui tombent paralleles sur une surface plate & unie, ont aussi leurs  
rayons



rayons rompus paralleles. Le rayon rompu  $BO$  est donc parallele au rayon rompu  $HK$  ou à son prolongé  $HI$ . Or le rayon rompu  $IK$  peut être considéré comme l'axe de la convexité, à cause qu'il passe par le centre  $I$ ; & par conséquent le rayon rompu  $OC$  coupera cet axe indefiniment prolongé, au point  $C$  qui fera le foyer oblique du verre  $BHK$ , & qui en sera éloigné d'un diametre de la convexité: c'est-à-dire, autant que le foyer principal qui est dans l'axe, en est éloigné.

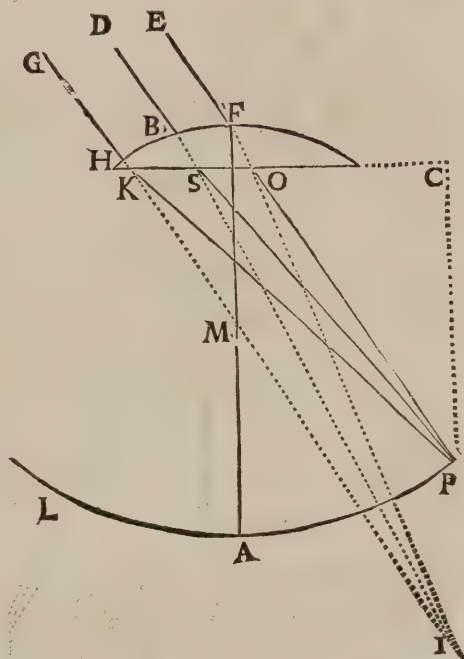
Soit en second lieu  $KFO$  un verre plan-con-



xe, dont la convexité soit tournée vers l'objet; soit  $DB$  un rayon incident quelconque; & soit  $GH$  le rayon incident parallele au rayon  $DB$ , & qui tombe perpendiculairement sur la convexité. Je dis que leurs rayons rompus  $SP$ ,  $KP$  se réuniront au point  $P$ , qui fera le foyer oblique des rayons

incidens paralleles  $DB$ ,  $GH$ , & qui sera éloigné du verre  $KFO$  autant que le foyer principal, qui vient dans l'axe, en est éloigné.

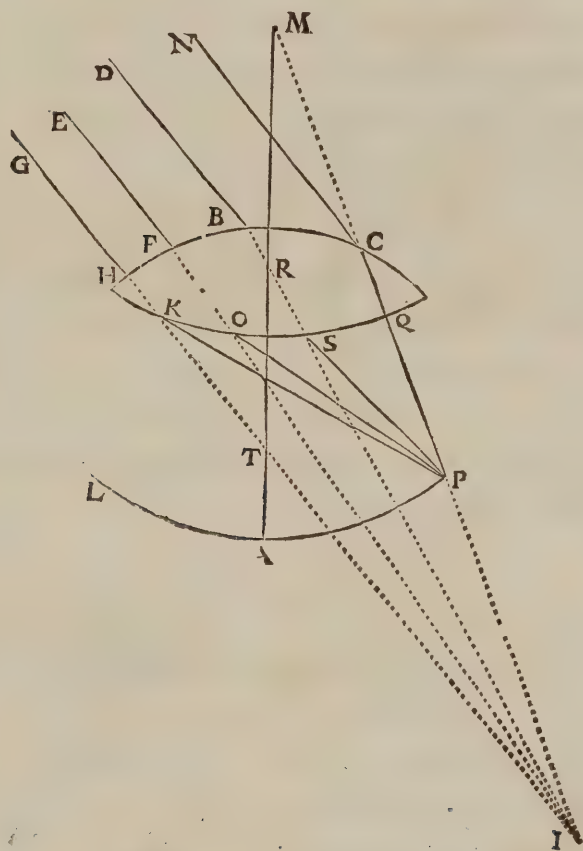
*Demonstration.* Si les rayons incidents paralleles DB, GH n'avoient que la premiere refraction à souffrir, le rayon GHI pourroit être considéré comme l'axe de la convexité, & le rayon rompu BI du rayon incident DB, couperoit cet axe au point I, qui seroit éloigné du sommet H de trois demi-diametres de la convexité HBF. Mais parce que ces rayons ont encore une seconde refraction à souffrir à la rencontre de la surface plate KC; soit du point I tirée IC perpendiculaire à la surface plate KC; & soient des points K & S tirez les deux rayons rompus KP, SP bornez de la perpendiculaire CI, & en sorte que KP soit à KI, & pareillement SP à SI, comme 2 est à 3. Or comme KI, & SI étant sensiblement égaux, valent chacun trois demi-diametres de la convexité HBF moins l'épaisseur du verre, les 2 rayons rompus KP, SP seront aussi sensiblement égaux, & vaudront chacun un diametre de cette convexité moins  $\frac{2}{3}$  de l'épaisseur du verre; & partant le point P sera le foyer oblique





des rayons incidens paralleles DB GH, & sera autant éloigné du verre que le foyer principal, qui est dans l'axe, en est éloigné.

Soit en troisiéme lieu FCKO un verre convexe des deux côtez ; soit DB un rayon incident quelconque, & soit GH le rayon incident parallele au

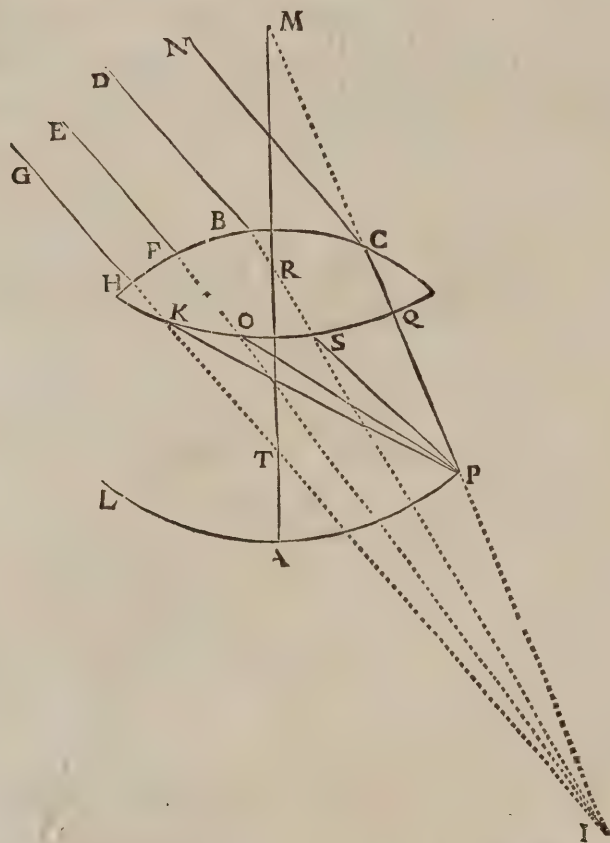


rayon DB, & qui tombe perpendiculairement sur la convexité HFC. Je dis que leurs rayons rompus KP, SP se réuniront au point P, qui sera le foyer

R ij

oblique des rayons incidens paralleles DB, GH & qui sera éloigné du verre FCKO autant que son foyer principal, qui est dans l'axe, en est éloigné.

*Demonstration.* Si les rayons incidens paralleles DB GH n'avoient que la premiere refraction à souffrir, le rayon GHI pourroit être considéré

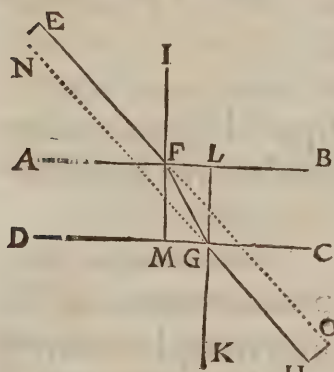


comme l'axe de la convexité HFC, & le rayon rompu BI du rayon incident DB couperoit cet axe au point I, qui seroit éloigné du sommet H de trois



demi-diametres de la convexité HFC. Mais parce que ces rayons ont encore une seconde refraction à souffrir à la rencontre de la surface spherique KOS; soit tiré le rayon incident NC parallele aux rayons incidens DB, GH, & dont le rayon rompu CQ, où le prolongé MQ passe par le centre de la convexité M. Cela étant, MQ ira tout droit au point I sans souffrir de refraction à la rencontre de la convexité KSQ, & pourra par consequent être considéré comme l'axe de cette convexité, laquelle détournera les rayons incidens HK, BS du point I vers le point P, comme il a été démontré dans la septième proposition: & par consequent le point P sera le foyer oblique des rayons incidens paralleles GH, DB, NC, & sera autant éloigné du verre FCKO, que le foyer principal qui est dans l'axe.

Il est aisée de voir que le foyer oblique sera sensiblement plus proche du verre que le foyer principal, si l'obliquité des rayons incidens paralleles, est trop grande sur le verre.

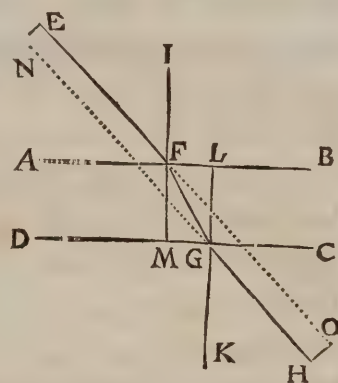


*Neuvième proposition.* Etant donné un verre dont les deux côtes opposez sont plats & paralleles l'un à l'autre, un rayon incident quelconque sortira par l'un des deux côtes de ce verre, avec

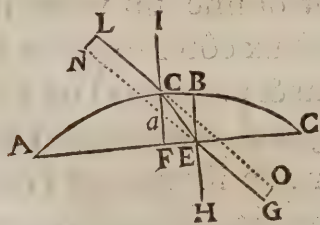
la même obliquité qu'il avoit en y entrant par l'autre côté.

Soit  $ABCD$  un verre, dont les côtes  $AB, DC$  soient plats & parallèles l'un à l'autre; & soit  $EF$  un rayon incident, qui se rompt au point  $F$ , en  $FG$ , & au point  $G$ , en  $GH$ ; je dis que l'angle  $EFI$  sera égal à l'angle  $KGH$ .

*Démonstration.* L'angle  $MFG$  est égal à l'angle  $FGL$ ; & par conséquent les deux angles  $EFI, KGH$ , qui peuvent être considérés comme deux angles rompus des deux angles  $MFG, FGL$ : c'est-à-dire,  $EFI$  l'angle rompu de l'angle d'incidence  $MFG$ , &  $KGH$  l'angle rompu de l'angle d'incidence  $FGL$ , seront aussi égaux.



*Dixième proposition.* Etant donné un verre plan-convexe, ou convexe des deux côtes, il y aura toujours un rayon parmi ceux qui tombent parallèles sur le verre, qui en sortira avec la même obliquité, qu'il avoit en y entrant, quelque obliquité même que les rayons parallèles puissent avoir.



*Démonstration.* Soit premièrement  $ACD$  un verre plan-convexe, dont la convexité soit tournée vers l'objet; & soit  $LC$  un rayon incident, qui se rompt au sommet de la convexité,  $C$ ,



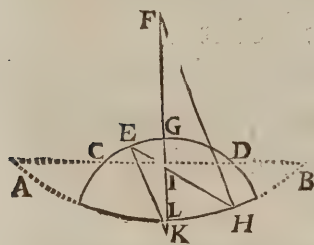
en CE, & au point E en EG. Donc parceque l'angle CEB est égal à l'angle FCE, l'angle HEG sera aussi égal à l'angle LCI.

Soit en second lieu ACD un verre plan-conve-  
xe, dont le côté plat soit tourné vers l'objet, &  
soit GE un rayon incident qui se rompt au point  
E en EC, & au point C qui est le sommet de la con-  
vexité, en CL. Donc parce que l'angle FCE est égal  
à l'angle CEB, l'angle LCI sera aussi égal à l'angle  
HEG.

*Lemme.* Etant donnez deux segmens de cercle,  
égaux ou inégaux, qui se touchent par leurs cor-  
des, & dont les sinus verses qui se touchent, sont  
entre eux comme leurs diametres; si l'on tire une  
ligne indéfinie par le point où ces sinus verses se  
touchent, l'arc compris entre cette ligne & l'un  
des sinus verses, sera semblable à l'arc compris en-  
tre la même ligne & l'autre sinus verse.

Soient ALB, CGD les deux  
segmens de cercle, qui se tou-  
chent de la maniere qu'il  
a été dit; & soit EH la ligne  
indéfinie, tirée par le point  
I, où les deux sinus verses se  
touchent; je dis que l'arc EG  
sera semblable à l'arc LH, ou, ce qui est la mê-  
me chose, que l'angle LFH sera égal à l'angle  
EKG.

IG est à IL, comme EK est à FH, & par con-  
sequent aussi IK à IF comme EK est à FH. Donc

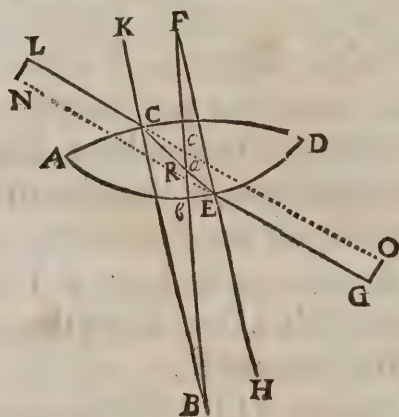


parce que l'angle  $FIH$  est égal à l'angle  $EIK$ , l'angle  $LFH$  le sera aussi à l'angle  $EKG$ , ou, ce qui est la même chose, l'arc  $HL$  sera semblable à l'arc  $EG$ .

Il s'ensuit que l'angle  $KEH$  fera égal à l'angle  $FHE$ .

Soit en troisième lieu  $ACDE$  un verre convexe des deux côtes, dont les convexitez soient égales

ou inégales; soit  $FE$  le demi-diamètre de l'une des deux convexitez, indéfiniment prolongé, &  $BC$  le demi-diamètre de l'autre convexité, aussi indéfiniment prolongé; & soit  $LC$  un rayon incident qui se rompant au point  $C$  en  $CE$ , & au point  $E$ , en  $EG$  passe par le point, où



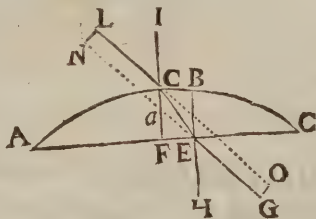
les sinus verses, qui se touchent, sont entre eux comme les diamètres de leurs convexitez. Donc parce que l'angle  $FEC$  est égal à l'angle  $BCE$ , l'angle  $HEG$  le sera aussi à l'angle  $LCK$ , parce que ces deux angles  $HEG$ ,  $LCK$  peuvent être considerez comme deux angles rompus des deux angles égaux  $FEC$ ,  $BCE$ : c'est-à-dire,  $HEG$  l'angle rompu de l'angle d'incidence  $FEC$ ,  $LCK$  l'angle rompu de l'angle d'incidence  $BCE$ .



Il s'ensuit que FH sera parallele à BK, & LC  
parallele à EG.

Il s'enfuit aussi que les rayons qui sortent par la convexité d'un verre plan-convexe, avec la même obliquité qu'ils avoient en y entrant par le côté plat tourné vers l'objet, passent tous par le sommet de la convexité, quelque obliquité qu'ils puissent avoir.

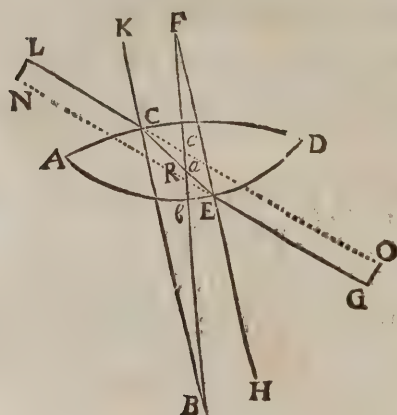
Il s'ensuit encore que les prolongez des rayons rompus qui sortent par le côté plat d'un verre plan-convexe, avec la même obliquité que leurs rayons incidens avoient en y entrant par le côté convexe tourné vers l'objet, passent tous, pour ainsi dire, par un point qui est d'un tiers de l'épaisseur du verre au dessous du sommet de la convexité, pourveu néanmoins que ces rayons incidens ne tombent pas trop obliquement sur le verre : car alors  $EC$  est égale ou pour ainsi dire égale à  $CF$ , & l'angle  $CEa$  est le tiers de l'angle  $NaC$ ; & partant  $Ca$  le tiers de  $CF$  qui est l'épaisseur du verre.



Il s'ensuit aussi que les prolongez des rayons rompus qui sortent d'un verre convexe des deux côtes, avec la même obliquité que leurs rayons incidens avoient en y entrant, passent tous, pour ainsi dire, par un point, qui est d'un tiers du sinus versé de la dernière convexité au dessous du point, où ce sinus

& celui de l'autre convexité se touchent ; pourveu que ces sinus soient en raison de leurs diametres & que ces rayons ne tombent pas trop obliquement

sur le verre : car alors  $Ea$  est égale ou pour ainsi dire égale à  $ab$ , & l'angle  $REa$  est le tiers de l'angle  $NRa$ , & partant  $aR$  le tiers de  $ab$  qui est le sinus verse de la convexité  $AED$ .



J'appellerai ce point  $a$  le sommet du cone des rayons qui forment l'image ; & ce

sommet est éloigné dans les verres plan-convexes, d'un tiers de l'épaisseur du verre, d'un autre point qui est au dessus, & qu'on peut appeller avec la même raison le sommet du cone des rayons qui partent de l'objet ; & dans les verres convexes des deux côtez, ces deux sommets sont éloignez l'un de l'autre d'un tiers de l'un & de l'autre des sinus verses.

*Onzième proposition.* Tous les foyers obliques, pourveu qu'ils ne le soient pas trop, sont dans les verres plan-convexes dont le côté plat est tourné vers l'objet, dans une courbure décrite sur le sommet de la convexité, comme centre, & de l'intervalle de ce sommet au foyer principal ; & dans les



verres plan-convexes, dont la convexité est tournée vers l'objet, comme aussi dans les verres convexes des deux côtez, ces foyers sont dans une courbure décrite sur le sommet du cone des rayons qui forment l'image, & de l'intervalle de ce sommet au foyer principal.

*Demonstration.* Tous les rayons incidens paralleles, quoiqu'obliques, se réunissent en un point, qui dans les verres plan-convexes dont le côté plat est tourné vers l'objet, est éloigné du sommet de la convexité, autant que le foyer principal qui est dans l'axe en est éloigné; & ces rayons se réunissent en un point, qui dans les verres plan-convexes dont le côté convexe est tourné vers l'objet, comme aussi dans les verres convexes des deux côtez, est éloigné du sommet du cone des rayons qui forment l'image, autant que le foyer principal qui est dans l'axe en est éloigné. Mais entre tous ces rayons paralleles il s'en trouve toujours un, comme EF dans les verres plan-convexes, & DB dans un verre convexe des deux côtez, qui sortant par l'un des côtez du verre avec la même obliquité qu'il avoit en y entrant par l'autre côté, traverse pour ainsi dire ce verre tout droit, & comme s'il n'y avoit souffert aucune refraction; dans les verres plan-convexes, dont le côté plat est tourné vers l'objet, ce rayon passe par le sommet de la convexité, & dans les verres plan-convexes dont le côté convexe est tourné vers l'objet, comme aussi dans les verres convexes des deux côtez, le prolongé de ce rayon

*Voyez les figures des pages 128, 129. & 131.*

passé par le sommet du cone des rayons qui forment l'image ; & par conséquent il est manifeste que tous les foyers obliques sont dans les courbures  $PAC$ ,  $LAP$  décrites comme il a été dit.

On explique fort bien, de ce qui a été dit, comment l'image d'un objet éloigné, & dont chaque point est censé envoyer des rayons paralleles au verre, se represente ou se forme dans le foyer.

Il s'ensuit que les foyers obliques, qui ne sont gueres éloignez du foyer principal, sont tous avec lui sensiblement dans un même plan perpendiculaire à l'axe : car une tres-petite partie d'une courbure est sensiblement plate.

Il s'ensuit encore que la distance qu'il y a de l'objet au sommet du cone des rayons qui en partent, est au diametre de cet objet, comme la distance qu'il y a de l'image au sommet du cone des rayons qui la forment, est au diametre de cette image.

Il s'ensuit de plus que l'on trouve facilement l'angle d'incidence d'un objet sur le verre, en sçachant le diametre de l'image, & sa distance du sommet du cone des rayons qui la forment.

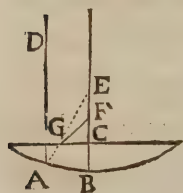
Par conséquent sçachant exactement le diametre de l'image du soleil, & la distance qu'il y a de cette image au sommet du cone des rayons qui la forment, l'on trouve aisément sa grandeur apparente : c'est-à-dire, sous quel angle il fait son incidence sur le verre. Mais il est à observer ici, qu'il faut avoir soin de donner une petite ouverture au verre, afin que l'image ne soit pas plus amplifiée



qu'il ne faut, par des rayons, qui venant d'un même point du soleil, & trouvant une trop grande ouverture, s'assembleroient dans un petit cercle sensible, au lieu de s'assembler dans un seul point; de même comme il arrive quand on observe le soleil à l'horison avec une grande ouverture de prunelle: car alors on observe son diametre plus grand, que dans le meridian, lors que la grande lumiere qui nous environne, nous oblige de retrecir considerablement cette prunelle.

Il s'ensuit encore, qu'il y a toujours une égale quantité de lumiere répandue dans un espace égal d'une image, soit qu'elle soit grande ou petite, pourveu que l'ouverture du verre soit augmentée en même raison que cette image.

*Douzième proposition.* Quand on expose au soleil par le côté plat un verre plan-convexe, la plupart des rayons qui tombent sur ce verre, le traversent; le côté plat en reflechit une partie, & le côté convexe en reflechit une autre; mais moindre que celle que le côté plat en reflechit; & le foyer de ces rayons reflechis par le côté convexe, est éloigné du verre de la sixième partie du diametre de la convexité moins  $\frac{1}{2}$  de l'épaisseur du verre.

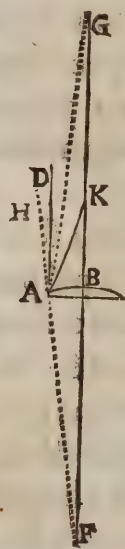


Soit ABC le verre, & soit DA un rayon incident parallele à l'axe EB.

*Demonstration.* Le rayon DA passe jusqu'à la convexité AB sans souffrir de refraction, & cette convexité le reflechit, comme pour aller

vers le point E où est le quart de son diamètre. Mais comme ce rayon a une refraction à souffrir au sortir de la surface plate GC, qui détournera le rayon vers F, en sorte que GE sera à GF ou CE à CF, comme 3 est à 2; CF fera les deux tiers du quart du diamètre de la convexité, ou la  $\frac{1}{6}$  du diamètre moins  $\frac{2}{3}$  de CB qui est l'épaisseur du verre.

*Treizième proposition.* Si l'on expose au soleil un verre plan-convexe, par le côté convexe, les rayons qui se réfléchiront par la rencontre du côté plat, se réuniront au centre de la convexité, supposé qu'on neglige l'épaisseur du verre.



Soit ABC le verre; & soit DA un rayon incident parallèle à l'axe GF.

*Démonstration.* La première refraction détournera le rayon DA, comme pour aller vers F, qui sera éloigné de B de trois demi-diamètres de la convexité. Mais comme il rencontre au point A la surface plate AC qui le doit réfléchir, il sera détourné, comme pour aller vers le point G, qui sera autant éloigné du point B, que le point F en est éloigné; car la réflexion fera l'angle DAG égal à l'angle DAH, & comme l'angle HAD est égal à l'angle AFB, & l'angle DAG égal à l'angle AGB les deux angles F & G seront égaux, & par conséquent les points F & G seront également éloignés du verre ABC. Or comme le rayon AG a encore une re-

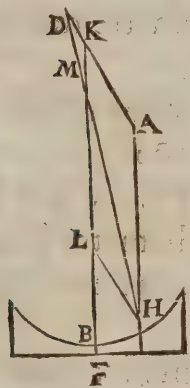


fraction à souffrir au sortir de la convexité ABC ; il est évident par ce qui a été démontré dans la sixième proposition, que ce rayon ira au point K, & que ce point sera éloigné du verre d'un demi-diametre de la convexité.

Si les verres en les exposant au soleil par l'un & par l'autre de leurs deux côtez, ne font pas une difference de foyer, comme nous venons de la trouver, & que l'un soit moindre que le triple de l'autre ; ils seront convexes des deux côtez ; & si le foyer se fait de part & d'autre à une égale distance du verre, le verre sera également convexe des deux côtez, & le foyer viendra à un quart du demi-diametre loin du verre.

*Quatorzième proposition.* Etant donné un rayon qui tombe sur la surface concave & spherique d'un verre, parallele à l'axe, l'on peut trouver geometriquement le prolongé de son rayon rompu.

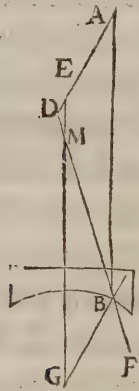
Soit L le centre de la concavité ; soit AH le rayon incident parallele à l'axe, & égal au diametre de la concavité : du centre L, soit tiré le demi-diametre LH, & du point A la ligne AD parallele à ce demi-diametre ; & soit enfin tirée du point d'incidence H la droite HD, en sorte qu'elle soit à HA comme 3 est à 2, & bornée de la même perpendiculaire AD ; je dis que HD sera le prolongé du rayon rompu.







Soit G le centre de la convexité; soit AB le rayon incident parallele à l'axe, & égal au diamètre de la convexité: du centre G soit tiré le demi-diametre GB, & du point A la ligne AD parallele à ce demidiametre; & soit enfin tirée du point d'incidence B la droite BD, en sorte qu'elle soit à BA comme 2 est à 3, & bornée de la même perpendiculaire AD; je dis que BD sera le prolongé du rayon rompu BF.

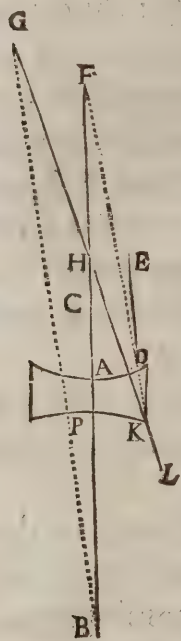


La demonstration de cette proposition n'est pas autre que celle de la quatrième, & l'on en peut tirer les mêmes consequences.

*Dix-septième proposition.* Un verre concave des deux côtez, dont les concavitez soient égales ou inégales, détourne les rayons qui y tombent paralleles à l'axe, comme s'ils venoient d'un point, qui est éloigné de la dernière concavité, en sorte que cette distance est au diamètre de cette concavité, comme trois demi-diametres de l'autre concavité, plus l'épaisseur du verre, sont à trois demi-diametres de l'une & trois demi-diametres de l'autre concavité aussi plus l'épaisseur du verre.

Soit ADK le verre; soient B & C les centres des deux concavitez AD, PK; soit ED un rayon incident parallele à l'axe; & soit AP ou DK l'épaisseur du verre. Si le rayon incident ED n'avoit que la première refraction à souffrir, le prolongé du rayon rompu couperoit l'axe au point F, qui seroit éloi-

gné du point d'incidence D de trois demi-diamètres de la convexité AD ; mais comme ce rayon



a encore une seconde refraction à souffrir au sortir de la concavité PK, au point K, après avoir traversé l'épaisseur du verre DK ; soit tirée du centre B la droite BG parallèle à la droite DF, qui est le prolongé du rayon, rompu par la concavité AD ; & du point K, où se doit faire la seconde refraction, soit tirée KG qui coupera l'axe au point H. Je dis que le verre ADK détournera les rayons qui y tombent parallèles à l'axe, comme s'ils venoient du point H, & que ce point sera éloigné de la dernière

concavité, par où les rayons rompus sortent, dans la proportion qui a été dite.

*Demonstration.* Puisque le rayon incident ED a été détourné par la première refraction, comme s'il venoit du point F, qui est éloigné du point d'incidence D de trois demi-diamètres de la concavité AD ; la seconde refraction détournera son rayon rompu DK au point d'incidence K, comme s'il venoit du point G, qui sera éloigné du centre B de trois demi-diamètres de la concavité PK : car BG peut être considérée comme l'axe de la concavité PK, & le rayon DK, qui est le rayon rompu du rayon incident ED, comme un rayon incident pa-



rallele à cet axe. Donc, parce que les deux triangles BGH, FHK sont semblables, BG est à FD plus DK, comme GH est à HK ; & *componendo* BG plus FK sont à FK comme GK est à HK : c'est-à-dire, trois demi-diametres de la concavité PK plus trois demi-diametres de la concavité AD plus l'épaisseur du verre DK, sont à trois demi-diametres de la concavité AD plus l'épaisseur du verre DK, comme GK, qui vaut un diamètre de la concavité PK, est à HK, qui est la distance qu'il y a de la concavité PK au point H, d'où le rayon ED semble venir après avoir souffert deux refractions aux points K & D.

Il s'ensuit que si un rayon, comme LK prenoit son chemin comme pour aller au point H, ce rayon iroit parallele à l'axe, après avoir souffert les deux refractions aux points K & D.

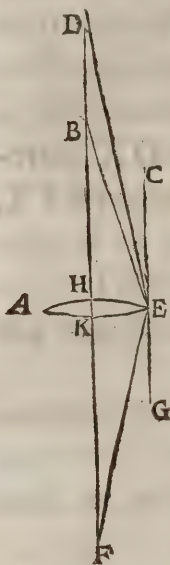
Il s'ensuit encore que s'il y avoit un rayon qui prit son chemin comme pour aller à un point pris dans l'axe, entre le point H & le verre, son rayon rompu couperoit l'axe d'autant plus proche du verre, que ce point vers lequel il prendroit son chemin, en seroit plus proche.

Il s'ensuit de plus que s'il y avoit un rayon qui prit son chemin comme pour aller à un point pris dans l'axe au de-là du point H, son rayon rompu s'éloigneroit de l'axe d'autant plus, que ce point vers lequel il prendroit son chemin, seroit plus éloigné du point H.

Il est assez manifeste par ce que nous avons déjà

démontré, que les verres concaves détournent les rayons paralleles, & obliques, de même qu'ils détournent ceux qui y tombent paralleles à l'axe.

*Dix-huitième proposition.* S'il y a un rayon, qui tombant sur un verre convexe, vient d'un point de l'axe, qui est au dessus du foyer absolu; l'angle compris entre les lignes tirées du point d'incidence vers le foyer absolu, & vers le point d'où le rayon part, sera égal à l'angle compris entre l'axe & le rayon rompu.



Soit AE le verre convexe; soit DF l'axe; soit CG parallele à cet axe; soit DE le rayon incident; soit B le foyer absolu; & soit EF le rayon rompu; je dis que l'angle BED sera égal à l'angle BFE.

*Demonstration.* Si le rayon incident venoit du point B, qui est le foyer absolu, son rayon rompu iroit parallele à l'axe; mais comme il vient du point D, & qu'ainsi il s'approche de la ligne CG, de la quantité de l'angle BED, son rayon rompu EF se doit autant éloigner de cette ligne CG, & faire par consequent, en sorte que l'angle BED soit égal à l'angle FEG ou BFE.

Il s'ensuit que la distance qu'il y a du verre au point de divergence D, moins la distance qu'il y a du verre au foyer absolu B, est à cette distance du foyer absolu au verre, comme la distance qu'il y a



du point de divergence D au verre, est à la distance qu'il y a du verre au point F, où le rayon rompu concourt avec l'axe : car les deux triangles DBE, FED sont semblables, & partant DH moins BH : c'est à-dire, DB, est à BE, qui est sensiblement égale à BH, comme DE est à EF, qui est sensiblement égale à FK.

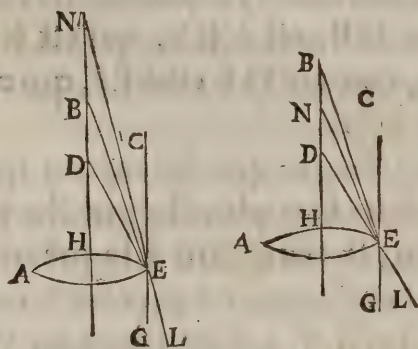
Il s'ensuit encore que les rayons qui viennent d'un point deux fois plus éloigné du verre que le foyer absolu, se réunissent à la même distance.

Il s'ensuit aussi que l'on peut facilement trouver la distance qu'il y a d'un objet au verre, par la connoissance que l'on peut avoir de son foyer absolu, & de la distance qu'il y a de ce verre à l'image de l'objet, pourveu que l'objet ne soit pas excessivement éloigné.

*Dix-neuvième proposition.* S'il y a un rayon, qui tombant sur un verre convexe, vient d'un point de l'axe qui est au dessous du foyer absolu ; la distance qu'il y aura du foyer absolu au verre, moins la distance du point de divergence au verre, sera à la distance du foyer absolu au verre, comme la distance du point de divergence au verre, est à la distance du verre au point où le rayon rompu prolongé coupera l'axe.

Soit AE le verre convexe ; soit BH l'axe ; soit CG, une ligne parallèle à l'axe, & qui passe par le point d'incidence E ; soit DE le rayon incident ; soit B le foyer absolu ; & soit EL le rayon rompu, dont EN est le prolongé ; je dis que BD sera à BH ou à BE qui

est sensiblement égale à  $BH$ , comme  $DH$ , ou  $DE$  qui est sensiblement égale à  $DH$ , sera à  $NH$ , ou à  $NE$  qui seront aussi sensiblement égaux.



*Démonstration.* Les deux triangles  $BDE$ ,  $DNE$  sont semblables : car l'angle  $BDE$  est commun, & l'angle  $DEB$  est égal à l'angle  $GEL$ , & par conséquent aussi à l'angle  $DNE$ , parce que les deux angles,  $GEL$ ,  $DNE$  sont égaux. Donc  $BD$  sera à  $BE$ , ou à  $BH$ , comme  $DH$ , ou  $DE$  sera à  $NH$ , ou à  $NE$ .

Il est manifeste que si au contraire le rayon  $LE$  romboit sur le verre  $AE$  au point  $E$ , comme pour aller vers le point  $N$ , ce rayon se détourneroit pour aller couper l'axe au point  $D$ , qui seroit éloigné du verre  $AE$ , en sorte que  $NH$  seroit à  $DH$ , comme  $NH$  plus  $BH$  seroient à  $BH$  : car  $EN$  est à  $ND$  comme  $EB$  est à  $DE$ , & *componendo*,  $EN$  plus  $EB$  sont à  $EB$ , comme  $ND$  plus  $DE$  sont à  $DE$ . Or  $NE$  est sensiblement égale à  $NH$ ,  $BE$  à  $BH$ , &  $DE$  à  $DH$ . Donc &c.

ART. VI.  
Qu'il y a deux  
causes qui em-

Nous venons de voir comment les rayons de lumière qui tombent sur un verre sphérique, paral-



# ESSAY DE DIOPTRIQUE. 151

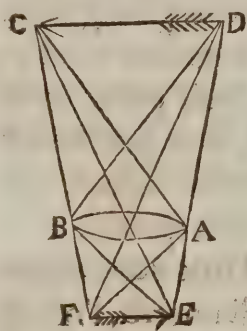
les à l'axe, & tout proches, ou du moins guères éloignez de cet axe, se réunissent à peu près en un point que nous avons appelé le foyer absolu; mais nous venons de voir en même temps comment les rayons qui sont un peu éloignez de cet axe, s'écartent de ce foyer en s'approchant du verre, & cela d'autant plus, que le point de leur incidence est plus éloigné de l'axe; & outre cela nous avons veû dans le quatrième chapitre, qu'il y a une certaine propriété dans la refraction même, qui empêche le parfait concours des rayons.

pêchent le parfait concours des rayons incidents parallèles à l'axe.

Ces deux inconveniens, mais principalement le dernier, qui fait beaucoup plus de desordre que le premier, & dont aucune figure n'est exempte, nous oblige de garder une certaine mesure dans les ouvertures des verres de lunettes, qu'il sera utile de déterminer.

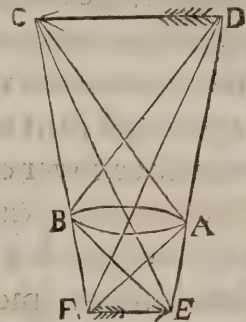
ART. VII.  
Que cela nous oblige à garder une certaine mesure dans les ouvertures des verres de lunettes.

Soit donc 1<sup>o</sup> AE un verre convexe d'un quart de ligne de foyer, & d'un quart de ligne de diamètre; soit CD quelque objet éloigné, qui trace son image EF avec 100 rayons dans le foyer du verre AB, mais qui la trace en sorte que les rayons qui partent de chaque endroit de l'objet CD, se répandent après avoir traversé le verre AB par tout l'espace, dont EF est le diamètre. Cela étant, si l'on approche l'œil de l'image EF (supposons que ce soit d'un quart de ligne) en sorte que tous les 100 rayons



ART. VIII.  
Maniere de déterminer ces ouvertures pour des verres de toute sorte de grandeur.

qui la tracent, partant de-là, tombent sur l'extrémité d'un seul des filets du nerf optique; l'objet CD ne nous doit paroître que comme un point, & ainsi il n'importe de quelle manière les 100 rayons tombent sur l'extrémité de ce filet.



2° Soit AB un verre convexe d'une demi-ligne de foyer, & d'une demi-ligne de diamètre. Cela étant, l'objet CD tracera son image quatre fois plus grande & avec quatre fois plus de rayons, & la tracera en sorte que les rayons qui partent de chacun de ses points, se répandent sur tout l'espace dont EF est le diamètre; & par conséquent si l'on en approche l'œil d'un quart de ligne comme auparavant, tous les 400 rayons qui la tracent, partant de-là, tomberont sur les extrémités de quatre filets du nerf optique, & l'objet CD nous paroîtra quatre fois plus grand, mais avec la même clarté & avec la même confusion qu'auparavant: car si l'objet étoit peint avec quatre couleurs toutes différentes, il ne paroîtroit que comme s'il étoit peint d'une seule couleur, qui proviendrait du mélange de toutes les quatre.

3° Si AB est un verre convexe d'une demi-ligne de foyer & d'un quart de ligne de diamètre, l'objet CD tracera son image quatre fois plus grande, & avec la même quantité de rayons, que dans le premier cas; mais il la tracera en sorte, que chacun de ses points ne répandra pas des rayons sur tout l'espace

pace



pace dont EF est le diametre, ni pas même tout-à-fait sur le quart de cet espace ; & par consequent si l'on en approche encore l'œil d'un quart de ligne, tous les rayons qui la tracent, partant de-là, tomberont sur les extremitéz de quatre filets du nerf optique, & l'objet CD nous paroîtra quatre fois plus grand, & quatre fois moins éclairé ; mais avec quatre fois plus de distinction : car si chaque quatrième partie de cet objet étoit peinte d'une couleur differente, chacune de ces parties envoyeroit 25 rayons sur chaque extremité de quatre filets du nerf optique, & l'on distigueroit quatre couleurs dans cet objet.

4° Soit AB un verre convexe d'une demi-ligne de foyer, & dont le diametre soit au diametre du verre convexe du premier cas, en raison sousdoublée de leurs foyers. Cela étant, l'objet CD tracera son image quatre fois plus grande, & avec deux fois plus de rayons que dans le premier cas ; mais il la tracera en sorte que les rayons qui partent de ses points, ne se répandront pas sur tout l'espace dont EF est le diametre ; mais qu'ils se répandront sur la moitié, & même un peu plus que sur la moitié de cet espace ; & par consequent si l'on en approche encore l'œil d'un quart de ligne ; tous les rayons qui la tracent, partant de-là, tomberont sur les extremitéz de quatre filets du nerf optique, & l'objet CD nous paroîtra quatre fois plus grand, & deux fois moins éclairé ; mais pas tout-à-fait avec deux fois plus de distinction. Mais si

l'on en approchoit l'œil, en sorte que cette distance fust à l'autre, qui est d'un quart de ligne, en raison soufdoublee des foyers des deux verres: c'est-à-dire en raison des diametres de leurs ouvertures, l'objet CD nous paroîtroit deux fois plus grand, également éclairé, & avec deux fois plus de distinction, ou même avec un peu plus de distinction que cela.

ART. IX.  
Que tout ce  
que l'on vient  
de dire tou-  
chant les ou-  
vertures des  
verres de lu-  
nettes, est une  
suite de la na-  
ture du cercle  
& de la refra-  
ction.

ART. X.  
Pourquoi les  
ouvertures  
des lunettes &  
les foyers des  
oculaires doi-  
vent être en  
raison souf-  
doublee des  
foyers des ob-  
jectifs.

Tout ceci est une suite de la nature du cercle & de celle de la refraction; & il s'ensuit de ce que nous venons de dire, que plus un objet est éclairé, & plus un verre est poli & d'une figure irreguliere, moins ce verre, pourra souffrir d'ouverture.

Or puisque l'objet ne doit pas seulement paroître avec deux fois plus de distinction; mais avec un peu plus que cela, lorsque les diametres des verres, aussi-bien que les distances qu'il y a de l'œil à l'image, sont en raison soufdoublee de ces foyers; l'on pourroit prendre cette raison un peu plus grande, afin de voir un objet plus grand & plus distinct, & pourtant également éclairé. Mais comme les verres de lunettes, plus ils sont grands, plus ils sont sujets à des deffauts qui sont inseparables de la matiere & du travail, & que d'ailleurs ils interceptent beaucoup de rayons, à cause de l'épaisseur qu'ils doivent avoir à proportion de leur grandeur; je ne leur voudrois jamais donner plus d'ouverture, ni approcher l'œil plus près de leurs foyers, ou, ce qui est la même chose, leur donner des oculaires plus forts, qu'en raison soufdoublee de leurs grandeurs.



Et comme la nature nous a donné l'ouverture de la prunelle beaucoup plus grande qu'il n'est nécessaire pour appercevoir assez clairement la plupart des objets, & principalement les astres qui se voyent de nuit; je n'ai donné qu'un quart de ligne d'ouverture à un verre objectif d'un quart de ligne de foyer; & ayant pris le foyer de l'oculaire qui convient à cela, égal à cette ouverture, j'ai dressé là-dessus la table suivante.

ART. XI.  
Sur quels principes on a dressé une table pour les ouvertures des objectifs & pour les foyers des oculaires.

Table pour les ouvertures des objectifs, & pour les foyers des oculaires.

Foyers.	Ouvert.	Foyers.	Ouvert.	Foyers.	Ouvert.
$\frac{1}{4}$ ligne.	$\frac{1}{4}$ ligne.	9	1 6	120	5 6
1	$\frac{1}{2}$	10	1 7	130	5 9
4	1	11	1 8	140	5 11
1 ponce	$1\frac{1}{4}$	12	1 9	150	6 2
2	$2\frac{1}{2}$	14	2 $10\frac{1}{2}$	160	6 5
3	3	16	2 3	170	6 7
4	$3\frac{1}{2}$	18	2 $1\frac{1}{2}$	180	6 9
5	4	20	2 3	190	6 11
6	$4\frac{1}{2}$	25	2 6	200	7 1
7	$4\frac{3}{4}$	30	2 9	225	7 6
8	5	36	3	250	7 11
9	$5\frac{1}{4}$	40	3 2	275	8 4
10	$5\frac{1}{2}$	45	3 4	300	8 8
11	$5\frac{3}{4}$	50	3 6	325	9
1 pied.	6 lignes	55	3 8	350	9 4
2	$8\frac{1}{2}$	60	3 10	375	9 8
3	$10\frac{1}{2}$	65	4	400	10
4	1 ponce	70	4 2	440	10 6
5	$1\frac{1}{4}$	80	4 6	484	11
6	$1\frac{1}{2}$	90	4 9	530	11 6
7	$1\frac{3}{4}$	100	5	576	1 pied.
8	1 5	110	5 3		

ART. XII.  
Que la table a  
été dressée  
pour des lu-  
nettes à deux  
verres ; &  
pourquoi il  
faut donner  
des ouvertu-  
res plus peti-  
tes, & des ocu-  
laires plus foi-  
bles à des lu-  
nettes à qua-  
tre verres.

Cette table a été dressée pour les lunettes à deux verres, dont on se sert pour observer les astres : car il faut donner à une lunette à quatre verres, une ouverture plus petite, & des oculaires plus foibles que la table ne marque, parce que les quatre verres interceptent beaucoup plus de rayons que les deux verres ; & parce que ces lunettes sont sujettes à de certains deffauts, dont nous parlerons dans la suite.

ART. XIII.  
Que les lu-  
nettes doi-  
vent avoir des  
ouvertures  
d'autant plus  
petites que les  
objets sont  
plus lumi-  
neux.

Aureste, pour ce qui est des lunettes à deux verres, on leur doit donner plus ou moins d'ouverture, & des oculaires plus ou moins forts, selon que l'astre que l'on observe est plus ou moins lumineux.

ART. XIV.  
Qu'il faudroit  
une lunette de  
prés de 15 de-  
mi-diametres  
de la terre, &  
un objectif de  
706  $\frac{1}{2}$  pieds  
d'ouverture  
pour voir un  
objet de 5  
pieds de dia-  
mètre dans la  
lune.

Il est facile de connoître presentement, que nous sommes encore bien éloignez de voir dans les astres, ou même dans la lune, qui est assez proche de nous, des corps aussi particuliers & aussi differens que nous envoyons sur la terre ; & que ceux-là se sont bien fortement trompez, qui nous en ont fait concevoir quelque esperance. Il faudroit un verre objectif de 706  $\frac{1}{2}$  pieds d'ouverture & d'un foyer de 283181760 pieds, qui sont près de 15 demi-diametres de la terre, pour voir dans la lune seulement un objet de 5 pieds de diamètre.

ART. XV.  
Comment on  
a fait ce cal-  
cul.

Pour parvenir à ce calcul, j'ai supposé que la lune est éloignée de la terre de 1157078400 pieds, prenant 22424 pieds pour une lieuë d'Allemagne ; 860 lieuës pour le demi-diamètre de la terre, & 60 demi-diametres de la terre pour la distance qu'il y a



de la lune jusqu'à nous, J'ai encore supposé que je pouvois assez bien reconnoître un objet de cinq pieds de diametre sous un angle de 6 minutes ; ou, ce qui est la même chose, à la distance de 2865 pieds ; & enfin j'ai supposé que je les pouvois reconnoître assez clairement avec une ouverture de prunelle d'un quart de ligne. Cela étant, je n'avois qu'à dire : si je puis reconnoître un objet de 5 pieds de diametre à une distance de 2865, avec une ouverture de prunelle d'un quart de ligne, combien faudroit-il d'ouverture pour le voir avec la même clarté : c'est - à - dire, avec la même quantité de rayons, à une distance de 1157078400 pieds, qui est la distance qu'il y a de la lune à la terre, ce qui me donnoit une ouverture de  $701\frac{1}{8}$  pieds. Et comme les verres objectifs doivent être en raison doublée de leurs ouvertures, comme nous avons veû, & que dans nôtre table un verre objectif d'un pied d'ouverture, doit avoir 576 pieds de foyer, il m'étoit facile de trouver qu'un verre objectif de  $701\frac{1}{8}$  pieds d'ouverture, devroit avoir 283181760 pieds de foyer : c'est-à-dire, un foyer de près de 15 demi-diametres de la terre. Et comme l'oculaire doit être comme l'ouverture de l'objectif : c'est-à-dire, qu'il devroit être de  $701\frac{1}{8}$  pieds pour cet objectif de 283181760 pieds ; la lunette dont l'oculaire seroit de  $701\frac{1}{8}$  pieds, & l'objectif de 283181760 pieds, avec une ouverture de  $701\frac{1}{8}$  pieds approcheroit un objet de 403821 fois, & feroit par consequent paroître la lune qui est éloignée de nous de 1157078400 pieds,

comme si elle n'en étoit éloignée que de 2865 pieds, & avec la même clarté, supposé qu'il ne se fît aucune perte de rayons par le grand trajet qu'ils auroient à faire depuis la lune jusqu'à nous, & qu'il ne s'en fît encore aucune perte par la rencontre des surfaces des verres, ce qui va presque à la moitié.

ART. XVI.  
Qu'il n'y a  
que trois for-  
tes de lunettes  
qui peuvent  
être d'usage.

De toutes les lunettes d'approche, dont les Auteurs font mention, il n'y en a que trois sortes qui doivent être mises en usage, si l'on en veut tirer quelque fruit.

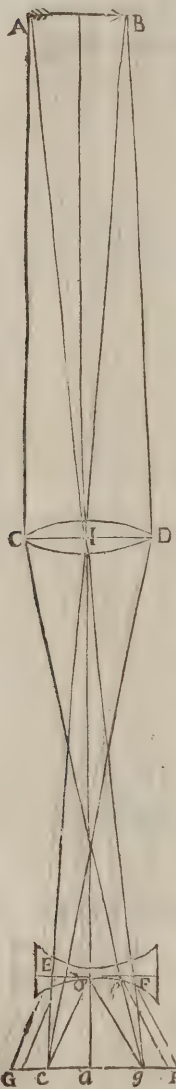
1<sup>o</sup> Celles qui sont composées d'un verre objectif convexe, & d'un verre oculaire concave pour les objets de la terre. 2<sup>o</sup> Celles qui sont composées d'un verre objectif convexe, & d'un verre oculaire convexe pour les objets du ciel. 3<sup>o</sup> Celles qui sont composées d'un verre objectif convexe, & de trois verres oculaires convexes pour les objets de la terre. Toutes les autres que l'on pourroit faire de trois, de cinq & de six verres, &c. leur sont inférieures, comme il est aisé de le démontrer : de sorte que je m'étonne que l'on trouve des Auteurs qui nous enseignent d'en faire de neuf ou de dix verres, &c.

ART. XVII.  
Ce que c'est  
que les lunet-  
tes composées  
d'un objectif  
convexe &  
d'un oculaire  
concave, &  
leur défaut.

Celles qui sont composées d'un verre objectif convexe, & d'un verre oculaire concave, ont le défaut qu'elles ne découvrent qu'une très-petite partie de l'objet : car soit AB quelque objet éloigné ; soit CD un verre objectif convexe de 12 pouces de foyer : C'est à-dire, que le sommet du cône des rayons qui forment l'image, est précisément éloi-

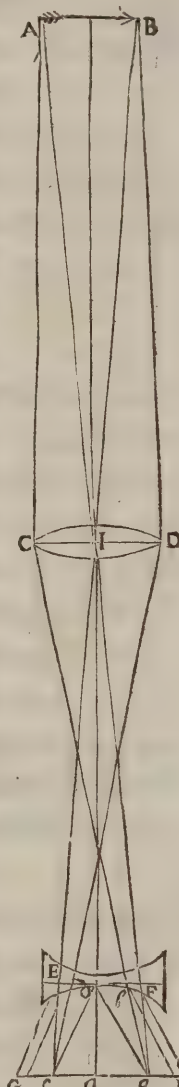


gné de douze pouces du foyer de ce verre; soit EF un verre oculaire concave d'un demi-pouce de foyer & d'une ligne de diamètre, & qui soit éloigné du sommet du cône des rayons qui forment l'image de  $11\frac{1}{2}$  pouces; & soit GH le diamètre de la prunelle. Cela étant supposé, il est manifeste que l'angle AIB, ou l'angle EIF qui lui est égal, sera environ de  $24\frac{1}{2}$  minutes,



Or comme par les loix de la refraction, les rayons Cb, IF qui partent du point A, deviennent parallèles l'un à l'autre après avoir traversé le verre EF, parce que le verre EF & le verre CD, ont leur foyer commun: & que ces rayons deviennent parallèles à une droite, comme dg tirée par le milieu du verre EF jusqu'au point g, où ils devroient concourir sans le verre EF; l'on peut trouver l'angle  $adg$  de  $4^d 53$  min. car l'angle  $dag$  est droit;  $ad$  est de 6 lignes, &  $ag$  est de  $\frac{51264}{100000}$  d'une ligne, puisque dans le triangle rectangle  $aIg$ , le côté  $aI$  est de 12 pouces, & l'angle  $aIg$  de  $12\frac{1}{4}$  min. Par conséquent l'angle  $cdg$  étant le double de l'angle  $adg$  sera de  $9^d 46$  min. sous lequel on verra l'objet AB que l'on auroit veû sans la lunette, sous un angle de  $24\frac{1}{2}$  min. sup-

posé que le diametre de la prunelle ait plus de deux lignes d'ouverture, & qu'on la puisse approcher du verre EF de six lignes : car puisque dans le rectangle  $adg$ , où le côté  $ad$  est de six lignes, & l'angle  $adg$  de  $4^d 53'$  le côté  $ag$  est de  $\frac{51264}{100000}$  ; que la droite  $gH$  est d'une demi-ligne, parce qu'elle est parallele à  $dF$ , qui est d'une demi-ligne, & avec  $dF$  entre deux paralleles  $dg$ ,  $FH$  ; & qu'ainsi toute la droite  $GH$  est de  $2 \frac{2528}{100000}$  : il est manifeste que les rayons  $EG$ ,  $FH$  qui partent des points A & B seront à la distance de six lignes du verre EF éloignez l'un de l'autre de  $2 \frac{2528}{100000}$  lignes. Il faut donc que la prunelle ait  $2 \frac{2528}{100000}$  lignes d'ouverture pour recevoir à une distance de six lignes du verre EF, les rayons qui partent des points A & B ; & encore ne pourra-t-elle recevoir alors qu'environ la moitié des rayons qui partent de ces points : comme il est aisé de le voir.



ART. XVIII.  
Que les lunet-  
tes de 11 ou  
de 12 pouces  
de longueur  
avec un ocu-  
laire concave,  
ne peuvent  
pas être de  
grand usage.

Ces sortes de lunettes ne peuvent donc pas être de grand usage, lorsqu'elles passent la longueur de 11 ou de douze pouces, ni même celles de cette longueur à cause qu'elles découvrent une trop petite partie d'un objet.

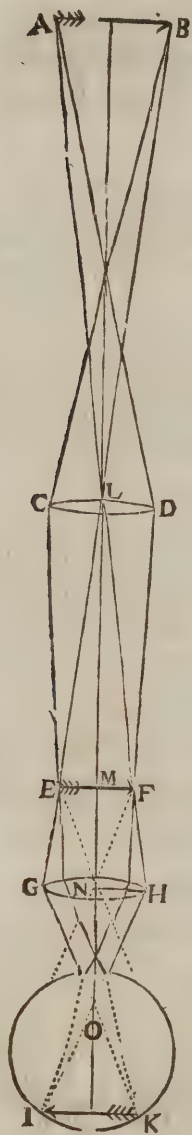
Les



Les lunettes d'approche composées d'un objetif & d'un oculaire convexe, sont les meilleures de

ART. XIX.  
Que les lunettes composées de deux verres convexes sont les meilleures de toutes, & pourquoi.

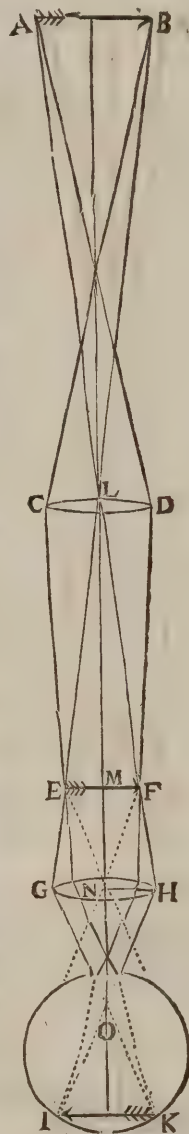
toutes, parce qu'elles découvrent beaucoup d'objets à la fois, & qu'elles n'ont point d'autre défaut par dessus les autres, que de les renverser.



Soit AB quelque objet éloigné; soit CD un verre objectif convexe de 12 pouces de foyer; soit EF l'image de l'objet AB; soit GH un verre oculaire convexe d'un demi pouce de foyer, & de quatre lignes de diamètre. Cela étant, puisque dans le triangle rectangle LNH, le côté LN est de  $12\frac{1}{2}$  pouces, & le côté NH de deux lignes, l'angle LNH sera de  $46'$  & par conséquent l'angle GLH, ou l'angle ALB qui lui est égal, sera d'un degré  $32$  min. Or comme dans le triangle rectangle LMF le côté LM est de 12 pouces, & l'angle MLF de  $46$  min. le côté MF qui est le demi-diamètre de l'image EF sera de  $1\frac{2672}{100000}$  lignes. Et comme dans le triangle rectangle MNF, le côté MN est de six lignes, & le côté MF de  $1\frac{2627}{100000}$ , l'angle MNF sera de  $17^d 48'$ .

qui joint à l'angle MNE, qui est égal à l'angle MNF, fera l'angle ENF, de  $35^d 36'$ . Or l'angle GOH est égal à l'angle ENF, puisque HO est parallèle à NF, & GO parallèle à NE : car par la nature du cercle & de celle de la refraction, tous les rayons qui partent de quelque point qui est dans le foyer d'un verre, comme GH, sont parallèles entre eux, après l'avoir traversé, & parallèles à une droite, comme FN, qui passe par le milieu de ce verre. Nous verrons donc l'objet AB sous un angle de  $35^d 36'$  min. que nous n'aurions vû sans la lunette que sous un angle d'un degré 32 min. supposé que le centre de la prunelle soit justement au point O, qui est la pointe de l'angle visuel, & qu'ainsi tous les rayons qui sortent parallèles du verre GH y puissent entrer.

Il est manifeste de ce que nous venons de dire, que comme le foyer de l'oculaire est à celui de l'objectif, ainsi la tangente de la moitié de l'angle visuel sur la lunette, est à la tangente de la moitié de





l'angle visuel multiplié par la lunette. Il est encore manifeste qu'une lunette multiplie & approche les objets autant de fois que le foyer de l'oculaire est compris dans celui de l'objectif, c'est-à-dire que sa multiplication se peut exprimer par le quotient de la division de l'objectif par l'oculaire. Et par conséquent que ce n'est pas par la multiplication de l'angle visuel que se doit exprimer la multiplication d'une lunette & l'approche des objets.

Il s'ensuit encore que deux lunettes sont entre elles comme ces quotiens.

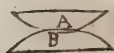
Il est aisé de comprendre ici pourquoi les objets que l'on découvre vers les bords de la lunette, & dont l'image se forme par des rayons trop obliques se doivent voir confusément, si l'on prend les oculaires d'une portion de sphere trop grande, & pourquoi elles se doivent voir d'autant plus confusément, que cette portion est plus grande : car les foyers de l'objectif & de l'oculaire, qui pour rendre la vision distincte, se devoient toucher comme deux plans se touchent l'un l'autre, ne se touchent que comme deux globes, dont l'un auroit pour demi-diametre la distance qu'il y a du foyer commun au verre objectif, & l'autre la distance qu'il y a de ce foyer au verre oculaire.

Il est par conséquent necessaire de placer un diaphragme au foyer commun, afin de fermer le passage aux rayons trop obliques, & qui representeroient avec confusion les objets d'où ils partent.

ART. XX.  
Que les objets se doivent voir plus confusément vers les bords que vers le milieu de la lunette, & pourquoi.

ART. XXI.  
Pourquoi il est necessaire de mettre un diaphragme au foyer commun de l'objectif & de l'oculaire.

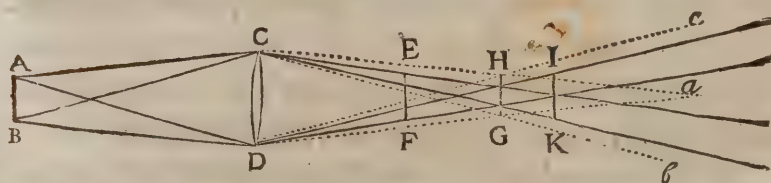
L'on peut outre cela approcher les deux verres l'un de l'autre, en sorte que leurs foyers se coupent tant soit peu, comme l'on voit ici que les deux cercles B & A se coupent. Mais aussi il faut avoir soin de ne les pas trop approcher l'un de l'autre, afin que les objets qui viennent dans le milieu de la lunette ne se représentent pas avec confusion, pendant que ceux qui viennent vers les bords se représentent avec toute la distinction, & avec toute la netteté nécessaire, comme cela se trouve par l'expérience.



ART. XXII.  
Ce qui doit  
arriver lors-  
que l'oculaire  
est trop pro-  
che de l'obje-  
ctif, & ce qui  
doit arriver,  
lorsqu'il en  
est trop éloi-  
gné.

Je ne crois pas qu'il soit difficile de concevoir pourquoi l'on voit un astre bleuâtre, lorsque les deux verres sont trop près & à une certaine distance l'un de l'autre : car alors beaucoup de rayons rouges échappent, sans qu'un seul rayon bleu puisse échapper ; & au contraire pourquoi on le voit rougeâtre, lorsque les deux verres sont trop éloignés & à une certaine distance l'un de l'autre : car alors beaucoup de rayons bleus échappent, sans qu'un seul rayon rouge puisse échapper.

Soit AB quelque astre dont l'image GH se re-



présente dans le foyer de l'objectif CD, si l'on avance l'oculaire jusqu'en EF les rayons rouges aC, aD échapperont à l'oculaire EF sans que les



rayons bleus & violets  $Cc, bD$  lui puissent échapper. Et si on le recule jusqu'en  $IK$ , les rayons bleus & violets  $Cc, bD$  échapperont au verre  $IK$  sans que les rayons rouges  $aC, aD$  lui puissent échapper.

L'on voit manifestement ici pourquoi les objets que l'on découvre vers les bords d'une lunette se représentent toujours plus ou moins teints de rouge : car il y a toujours des rayons bleus & violets qui échappent à l'oculaire sans que les rayons rouges lui puissent échapper.

Enfin les lunettes d'approche qui sont composées d'un verre objectif convexe & de trois verres oculaires convexes, que l'on peut prendre tous trois d'un même foyer, redressent à la vérité les objets, & nous les font voir dans leur situation naturelle; mais elles ont en récompense d'autres défauts qui sont bien plus considérables : car non seulement les deux foyers du verre objectif & du premier oculaire, se touchent bien imparfaitement, comme nous venons de le voir; mais les deux foyers des deux derniers oculaires se touchent encore bien plus imparfaitement; & l'on est par conséquent obligé de placer un plus petit diaphragme au foyer commun de ces deux derniers oculaires, que l'on n'auroit pas placé au foyer commun de l'objectif & du premier oculaire; si ces deux derniers oculaires n'y eussent pas été, & si l'on eût voulu se contenter de voir les objets renversez.

C'est donc une imperfection qui est inevitable-

ART. XXIII  
Ce que c'est  
que les lunettes  
à quatre  
verres, & leurs  
défauts.

ment attachée à ces sortes de lunettes, qu'elles ne découvrent pas un si grand champ comme on l'appelle, que celles qui sont composées de deux verres convexes.

Une autre imperfection est la perte de quantité de rayons qui se fait sur la surface des quatre verres, & qui ne va guères à moins des trois quarts, ou des deux tiers. Ajoûtez à cela l'embarras des tuyaux : car comme ces imperfections empêchent qu'on ne puisse donner une ouverture & des oculaires à l'objectif, selon la proportion qui a été marquée dans la table, la moitié de la longueur de ces lunettes est occupée par les trois oculaires, si ces lunettes sont un peu petites.

ART. XXIV.  
Qu'une lunette à quatre verres est préférable à une à trois verres, quoiqu'il semble que le contraire devroit arriver.

Mais comme une lunette à trois verres a un verre moins que celle dont nous venons de parler, il semble qu'elle lui doit être préférée, & elle le devroit être effectivement, si en récompense elle n'avoit pas encore des deffauts bien plus considérables que l'autre.

ART. XXV.  
Description d'une lunette à quatre verres avec plusieurs remarques qu'on en peut faire.

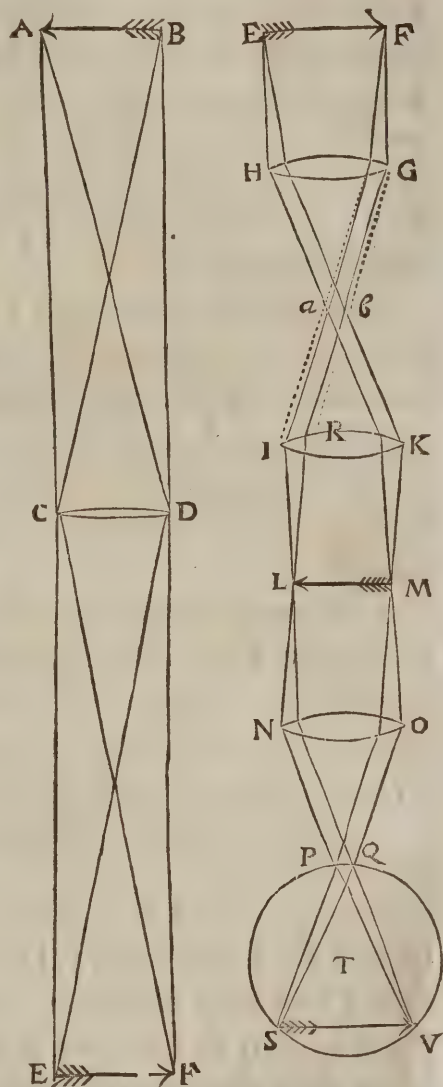
Pour en être convaincu on n'a qu'à les comparer ensemble, & soit premierement pour une lunette à quatre verres  $AB$  quelque objet éloigné ; soit  $CD$  un verre objectif ; soit  $EF$  le foyer commun de l'objectif  $CD$ , & du premier oculaire  $GH$  ; soit  $IK$  le deuxième oculaire éloigné du premier, de la distance de leurs foyers ; soit  $LM$  le foyer commun du deuxième oculaire  $IK$ , & du dernier oculaire  $NO$  ; & soit enfin  $PQ$  la prunelle de l'œil  $T$ .

Cela étant, les rayons qui partent du point  $F$



deviendront paralleles après avoir traversé le verre GH, & tomberont de même sur le verre IK.

Or comme il y a parmi eux des rayons rouges & des rayons bleus, les rayons rouges souffrant la plus petite refraction, se separeront des autres & tomberont par exemple, au point R; & les rayons bleus & violets souffrant la plus grande refraction, se separeront pareillement des autres & tomberont par exemple au point I. Mais comme ces rayons ainsi separez les uns des autres doivent assez bien se rejoindre dans le foyer commun des deux verres IK, NO au point L, ou tant soit peu au dessous de ce point, après avoir traversé le verre IK qui les doit redresser & les remettre sur le chemin d'où le verre GH les avoit



fait égarer; tous les rayons qui sont partis du point A, ne doivent tomber guères autrement sur le verre NO, en partant du point L, qu'ils étoient tombez sur le verre GH en partant du point F; & par conséquent ces rayons ne doivent pas entrer avec beaucoup plus de couleur & de confusion dans la prunelle PQ étant placée au foyer du verre NO, que si elle avoit été placée au foyer du verre GH à l'endroit *ab*.

ART. XXVI.  
Première re-  
marque tou-  
chant les lu-  
nettes à qua-  
tre verres.

Il sera aisé de concevoir à présent, 1<sup>o</sup> pourquoi l'on voit du rouge vers les bords, lorsque les deux verres GH, IK sont plus éloignez l'un de l'autre que de la distance de leurs foyers: car alors quantité de rayons bleus, comme *ab*, o I échapent au verre IK sans que les rayons rouges, comme *ai*, *oc* lui puissent échaper.

ART. XXVII.  
Seconde re-  
marque.

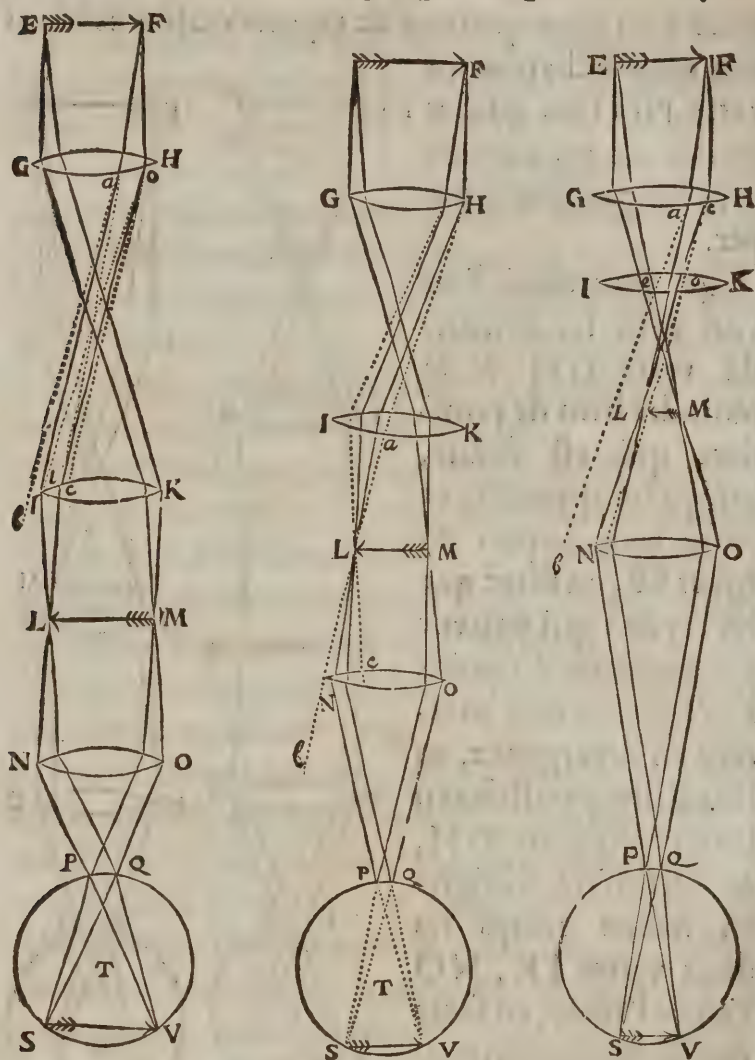
2<sup>o</sup> Pourquoi l'on voit du violet & du bleu vers les bords, lorsque les deux verres GH, IK sont de beaucoup plus proches l'un de l'autre que de la distance de leurs foyers: car alors quantité de rayons rouges, comme *ab* échapent au verre NO, sans que les rayons violets & bleus, comme *lc* lui puissent échaper.

Il est pourtant à observer ici qu'il vaut mieux que les deux verres GH, IK soient plus proches, que d'être trop éloignez l'un de l'autre: car les rayons bleus ne sont pas si dangereux, & ne troublent pas si fortement l'objet, que font les rayons rouges.

Il est à observer aussi qu'il faut que le deuxième  
oculaire



oculaire IK ait un peu plus d'ouverture que le premier GH, afin de ne pas perdre plusieurs rayons



bleus, ce qui donneroit un peu de confusion, & feroit qu'on verroit du rouge vers les bords.

3° Pourquoi l'on voit du rouge vers les bords,

Y

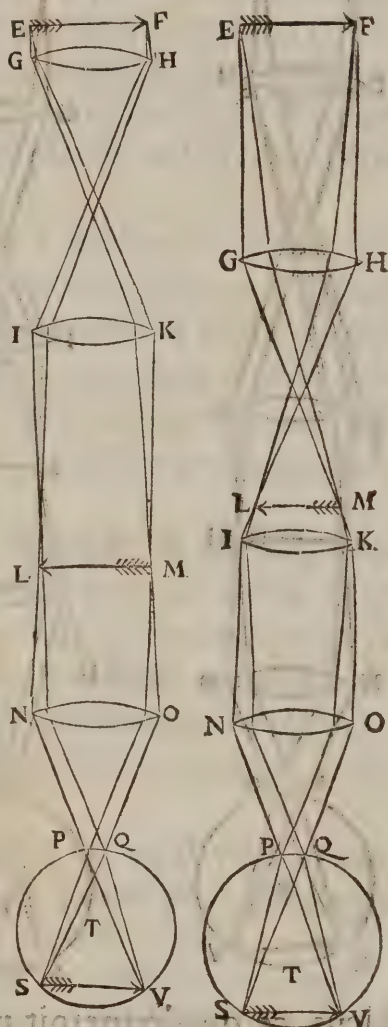
ART. XXVIII  
Troisième re-  
marque.

lorsque les deux verres GH, IK sont plus proches l'un de l'autre, que de la distance du foyer du verre GH: car alors quantité de rayons violets & bleus, comme *ab* échappent au verre NO sans que les rayons rouges, comme *ca* N lui puissent échapper.

Voyez la troisième figure de la page précédente.

ART. XXIX.  
Quatrième remarque.

4<sup>o</sup> Pourquoi l'on voit tous les défauts du verre GH & le moindre brin de poussière qui est dessus, lorsqu'on approche ce verre tout auprès du foyer EF, en sorte que les rayons qui partent par exemple du point F, s'écartent & se mettent en divergence, au lieu d'aller parallèles en sortant du verre GH, & lorsqu'on éloigne en même temps les deux verres IK, NO l'un de l'autre, en sorte que les rayons qui partent par exemple du point Q, puissent aller parallèles en sortant du verre NO: car chaque brin





de poussiere intercepte tous les rayons qui partent d'un point dans l'objet A B, & cachent ce point entierement.

5° Pourquoi l'on voit tous les deffauts du verre I K, & le moindre brin de poussiere qui est dessus, lorsqu'on éloigne le verre G H du foyer E F, en sorte que les rayons qui partent par exemple du point F s'assemblent tout contre le verre I K, au lieu d'aller paralleles en sortant du verre G H, & lorsqu'on approche en même temps les deux verres I K, N O l'un de l'autre, en sorte que les rayons qui partent par exemple du point L, puissent aller paralleles en sortant du verre N O, &c.

ART. XXX.  
Cinquième re-  
marque.

Ils'ensuit de ce que nous venons de dire, 1° qu'il vaut mieux employer trois oculaires d'un même foyer, que de differens foyers. 2° Qu'il vaut mieux employer de bons oculaires & un objectif mediocre qu'un bon objectif avec des oculaires mediocres, ce que l'experience même nous apprend : car trois bons oculaires avec un objectif mediocre, font une bonne lunette, au lieu que trois oculaires mediocres & un bon objectif, n'en font qu'une méchante. 3° Qu'il vaut beaucoup mieux que l'oculaire, qui pourroit être inferieur en bonté aux deux autres, soit du côté de l'œil que du côté de l'objectif, ou dans le milieu des trois. 4° Qu'on peut mettre un diaphragme d'une tres-petite ouverture, comme *ab* dans le foyer commun des deux verres G H, I K. 5° Que si le deuxième oculaire I K est d'un plus petit foyer que les deux autres G H,

ART. XXXI.  
Plusieurs au-  
tres remar-  
ques touchant  
les lunettes à  
quatre verres.

Voyez les deux  
figures de la  
page 167.

NO, que je suppose être tous deux d'un même foyer; la lunette approchera, & grossira moins que si cet oculaire IK étoit de même foyer que les autres, & au contraire. 6<sup>o</sup> Que si le premier oculaire GH est d'un plus petit foyer que les deux autres IK, NO, que je suppose être de même foyer, la lunette approchera & grossira plus que si cet oculaire GH étoit de même foyer que les deux autres, & au contraire. 7<sup>o</sup> Que la même chose arrivera si le dernier oculaire NO est d'un plus petit foyer que les deux autres GH, IK, que je suppose être de même foyer, &c.

ART. XXXII.  
Description  
d'une lunette  
à trois verres  
& plusieurs  
remarques  
qu'on peut  
faire là dessus.

Examinons à présent une lunette à trois verres, & soit AB quelque objet éloigné; soit CD un verre objectif; soit EF l'endroit où se représente l'image de l'objet; soit GH le premier oculaire; soit c K le second oculaire; & soit enfin P Q la prunelle de l'œil T. Cela étant il faut que l'image EF soit éloignée du verre GH de deux fois son foyer, afin de pouvoir représenter une autre image en L M, à la même distance de ce verre.

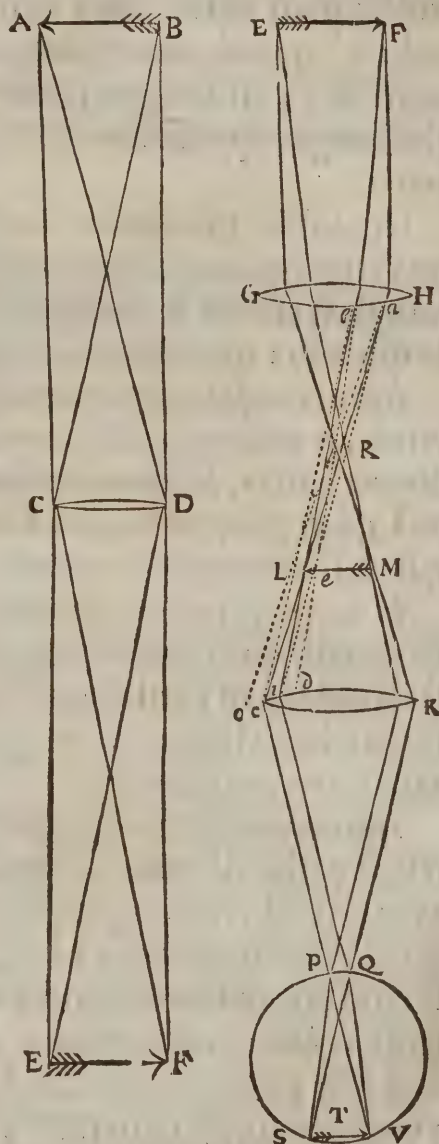
Mais comme les rayons qui partent du point F auroient échappé au verre c K, s'ils étoient tombez sur l'extrémité du verre GH, à cause qu'ils passent par le foyer de ce verre au point R, qui est deux fois plus proche du verre GH, que du verre c K, dont je suppose que les diamètres sont égaux; cette lunette ne peut pas découvrir tant d'objets à la fois, qu'une lunette à quatre verres, qui a des oculaires & un objectif d'une même qualité.



Après cela les rayons rouges, comme  $ai$ ,  $bd$ , & les rayons bleus, comme  $bc$ ,  $ao$  ne peuvent pas s'as-

sembler au même point; mais les rayons bleus s'assembleront au point  $L$ , & échapperont par conséquent au verre  $cK$ ; & les rayons rouges s'assembleront au point  $e$ , & tomberont par conséquent tous sur le verre  $cK$ , ce qui nous doit faire voir beaucoup de rouge vers les bords, principalement s'il y a beaucoup de rayons bleus qui échappent au verre  $cK$ .

Et enfin, parce que l'image  $EF$  de l'objet  $AB$  doit être éloignée du verre  $GH$  de deux fois le foyer de ce verre; que les deux oculaires  $GH$ ,  $cK$  doivent être éloignés l'un de l'autre de trois fois ce foyer,



supposé que ces deux oculaires soient égaux; & que les rayons qui se croisent en R, ne se peuvent plus croiser pour entrer dans la prunelle PQ qu'à un endroit, qui est autant éloigné du verre cK que le point R en est éloigné; cette lunette sera encore plus longue que si elle étoit composée de quatre verres.

On auroit pû donner un autre arrangement à ces verres, que celui que je viens de leur donner; mais il est encore le meilleur & le plus avantageux de tous ceux que l'on pourroit s'imaginer.

ART. XXXIII.  
Qu'il est inutile de parler des lunettes à 5, à 6, à 7 verres, &c.

Après ce que je viens de dire des lunettes à trois verres, je croirois perdre mon temps & le faire perdre aux autres, si je voulois faire voir que les lunettes à 5, à 6, & à 7 verres, &c. sont inférieures à celles qui ne sont composées que de quatre verres.

ART. XXXIV.  
Que je ne parle pas des binocles & pour quoi.

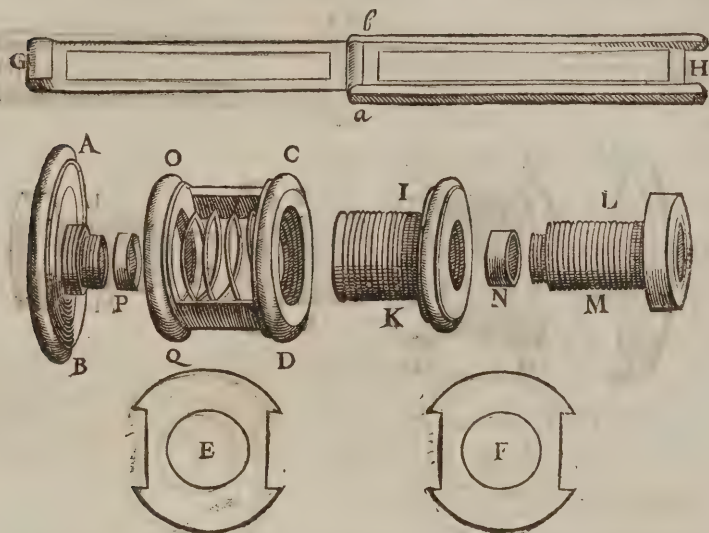
Je ne parle pas des lunettes binocles, puisqu'il est certain que l'embarras qu'elles causent, surpasse de beaucoup l'utilité que l'on en pourroit espérer par dessus les autres, & qui dans le fond seroit encore très-peu de chose.

ART. XXXV.  
Description d'un microscope à une seule lentille.

Après avoir parlé des lunettes d'approche, il me reste à parler des microscopes. Les meilleurs sont avec un seul verre, depuis deux ou trois lignes jusqu'à la dixième partie d'une ligne de foyer, dont on se sert fort commodément avec l'aide d'une machine dont voici la description. AB est une espee de coquille pour y mettre l'œil, & empêcher les rayons lateraux d'y entrer. P est une boîte où se met la lentille enchassée entre deux lames d'argent, &

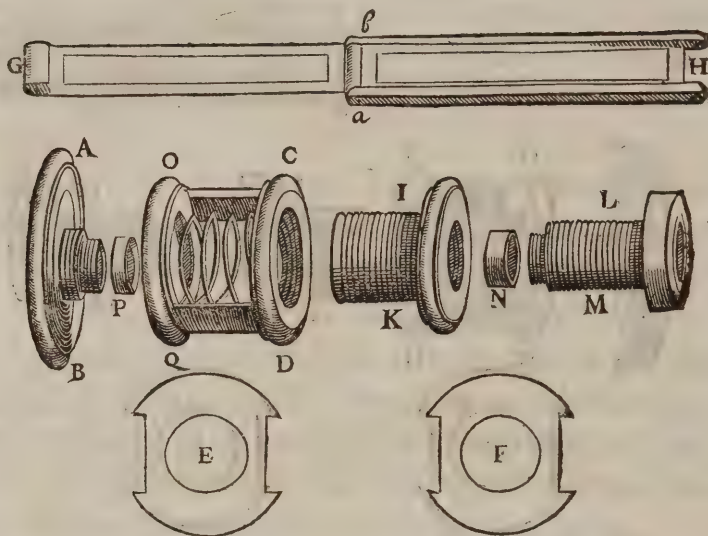


qui va à vis sur la coquille AB. OC, QD font deux piliers qui soutiennent les deux anneaux CD, OQ.



La coquille AB entre à vis dans l'anneau OQ. En dedans se voit un ressort en helice, qui pousse & éloigne de la lentille, l'objet enfermé entre deux lames de talc, que je mets dans un chassis de cuivre GH, qu'on ouvre & qu'on ferme par le moyen d'une charniere *ab*. L'on colle deux lames de talc sur l'un & l'autre des côtez de ce chassis, pour y enfermer un objet vivant qu'on veut observer; mais si c'est quelque liqueur que l'on veuille examiner, on n'a qu'à y mettre une seule lame de talc, & là-dessus une petite goutte de la liqueur du côté de l'anneau CD. E, F sont deux lames de cuivre extrêmement minces, qui se peuvent hausser & baisser le long des piliers OC, QD, & qui servent

à couler entre deux le chassis GH qui tient l'objet.  
IK est un petit tuyau qui tourne à vis dans l'anneau



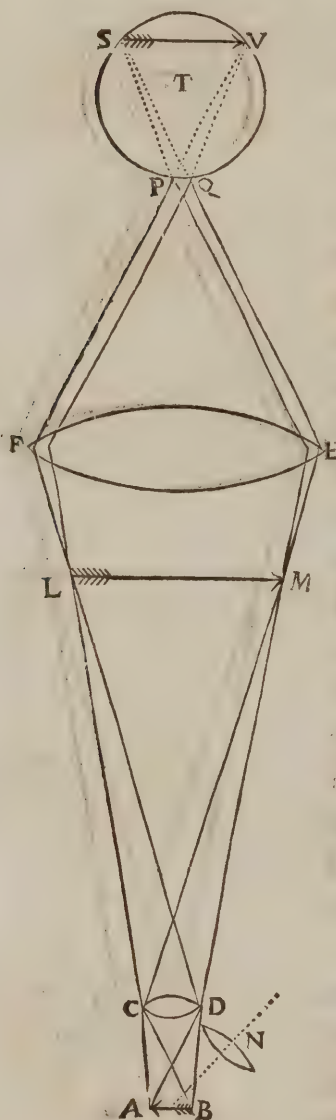
CD, & qui pousse le chassis GH vers la lentille.  
LM est un autre petit tuyau qui tourne à vis dans  
le tuyau IK, & sur le bout duquel on tourne à vis  
une boëte N, où l'on met une grosse lentille, afin  
de pouvoir éclairer l'objet plus ou moins selon le  
besoin.

ART. XXXVI  
Les deffauts  
des ces micro-  
scopes, & pour  
quels objets  
ils peuvent le  
plus servir.

Ces microscopes ont cela d'incommode, qu'on  
n'y voit qu'une tres-petite partie d'un objet à la  
fois, & qu'on ne le peut éclairer que par derriere,  
& au travers de son épaisseur, en sorte que ces mi-  
croscopes ne peuvent guères être d'usage que pour  
les objets extrêmement petits, comme sont les in-  
sectes que l'on voit nager dans les eaux croupies,  
dans la semence des animaux, &c. ou pour des ob-  
jets



jets presque transparens, comme un pou, une petite punaise, &c.



Si l'on veut voir des objets éclairés par dessus, & si l'on en veut voir une grande partie à la fois, l'on peut faire des microscopes à deux verres, dont voici la description.

AR. XXXVII.  
Description  
d'un microscop  
à deux  
verres.

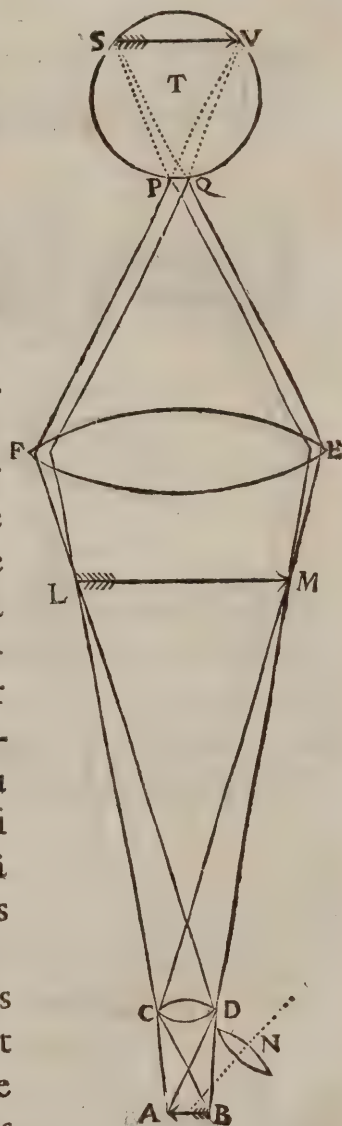
Soit AB quelque objet; soit CD une lentille éloignée de l'objet AB, en sorte que son image LM se représente huit ou dix fois, &c. plus éloignée de cette lentille qu'il n'en est éloigné lui-même, & par conséquent autant de fois augmentée; soit EF un verre oculaire, éloigné de cette image de la distance de son foyer; & soit enfin PQ la prunelle de l'œil T. Cela étant, les rayons qui partent du point A se réuniront au point M, après avoir traversé le verre CD, & ce point sera éloigné du verre CD, en sorte que la distance qu'il y a de ce verre à son foyer, soit à la distance de ce verre au point M, comme la distance du point A au verre

CD moins la distance du foyer au verre, est à la distance du point A au verre.

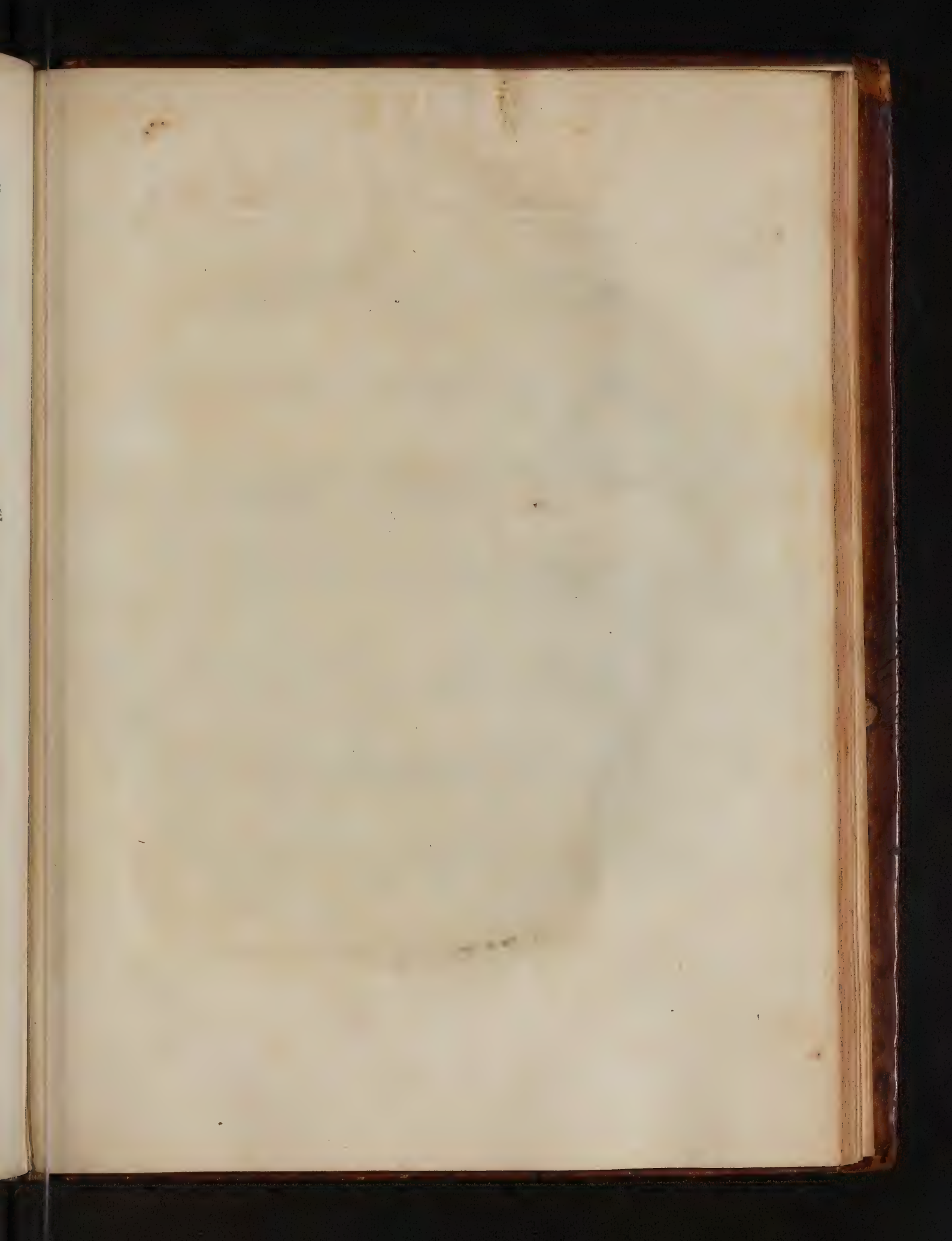
Or les rayons qui partent du point M deviendront parallèles, après avoir traversé le verre EF, parce que le point M est dans son foyer. Et comme tous les rayons qui partent de quelque point de l'objet AB, se croisent dans le verre CD, avec d'autres qui partent de quelque autre point dans cet objet; ils se croiseront encore après avoir traversé le verre EF en sorte que la distance qu'il y a de ce verre à son foyer LM, soit à la distance de ce verre à l'endroit où ils se croisent pour entrer dans la prunelle, comme la distance qu'il y a du verre CD à l'endroit LM qui est le foyer du verre EF, est à la distance qu'il y a entre les deux verres CD, EF.

AR. XXXVIII  
Comment on  
peut éclairer  
un objet qui  
n'est pas suffi-  
samment é-  
clairé.

Si l'objet AB n'étoit pas assez éclairé, on le pourroit suffisamment éclairer en le mettant plus ou moins dans le foyer d'un verre convexe, comme N.







PLENIVIVM

ECLIPTICVM





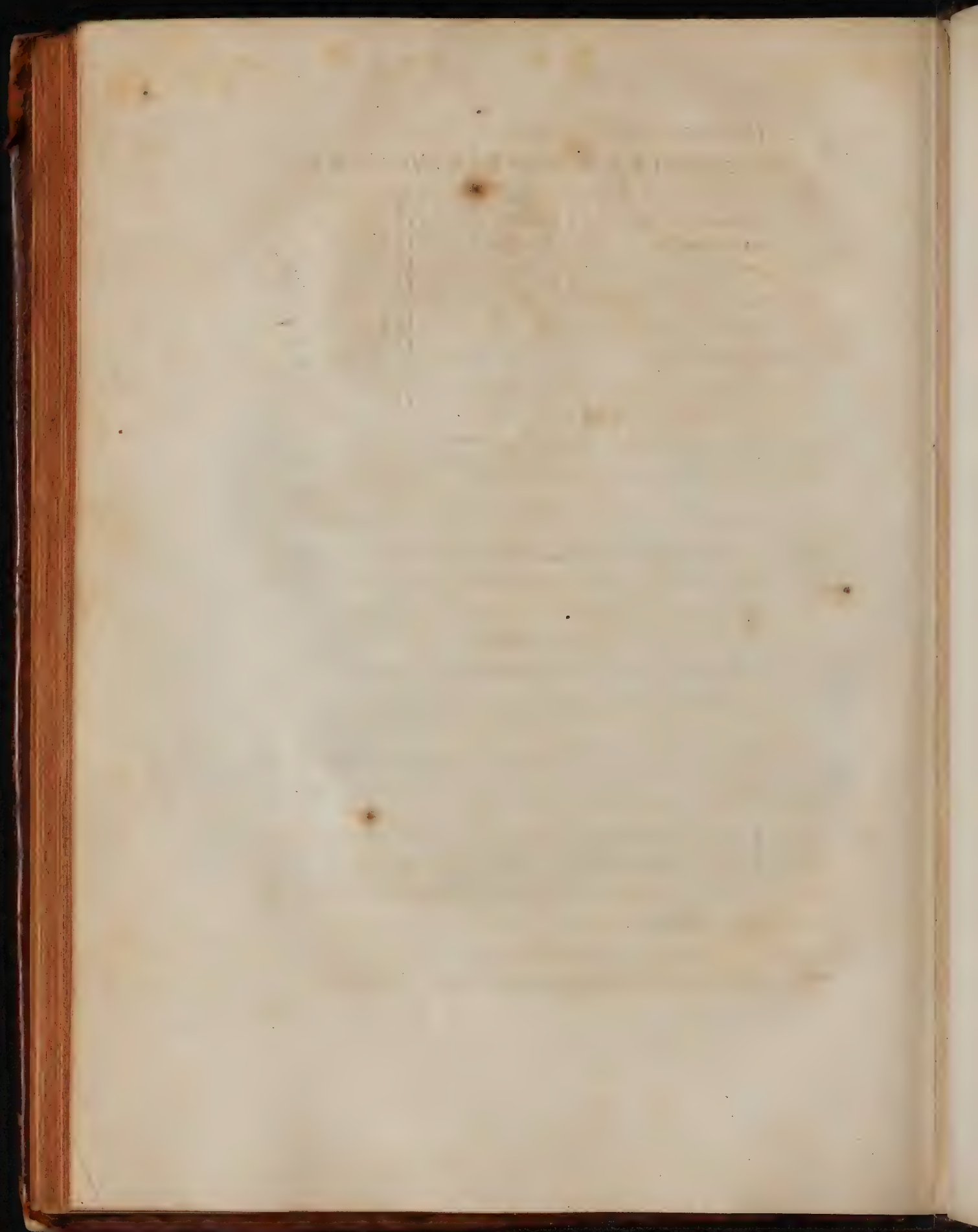
NOMINA MACULARUM LUNE.

1 Grimaldus	18 Archimedes	33 Hevelius
2 Galileus	19 Ptolemæus	34 Alphonsus
3 Aristarchus	20 Hipparchus	35 Proclus
4 Keplerus	21 Tycho	36 Cleomedes
5 Gassendus	22 Eudoxus	37 Snellius & Fur-
6 Thales	23 Aristoteles	nerius.
7 Harpalus	24 Manilius	38 Ricciolus
8 Heraclides	25 Menelaus	39 Democritus
9 Lansbergius	26 Hermes	40 Albategnius
10 Reinoldus	27 Possidonius	41 Sylva prima
11 Copernicus	28 Cassinus	42 Sylva secunda
12 Helicon	29 Plinius	43 Sylva tertia
13 Pythagoras	30 Regiomontanus,	44 Sylva quarta
14 Bulialdus	Purbachius, &	45 Sylva quinta
15 Eratosthenes	Metius	46 Sylva sexta
16 Timocharis	31 Cartesius	47 Sylva septima
17 Plato	32 Neperus	48 Sylva octava

On trouvera peut-être mauvais que j'aye changé quelques noms de ceux que Riccioli a donné aux taches de la Lune, d'autant plus qu'ils semblent déjà établis par l'usage ; mais comme je dis que les endroits, qu'il croit être des mers, ne sont, ce me semble, que des forêts, j'ai été contraint de faire ce petit changement, & j'ai pris en même temps la liberté de donner à quelques taches des noms qui me semblent plus celebres que ceux qu'il leur avoit donné.

J'ai dit que la plupart des taches sont des especes de puits tout ronds ; mais comme elles ont beaucoup plus de largeur que de profondeur, & qu'ainsi le mot de puits ne leur convient peut-être pas assez bien, entraînant une autre idée avec soi ; j'aurois mieux fait de dire que ce sont des especes de bassins avec une élévation en forme de dôme, ou d'une montagne toute ronde, dans le milieu.

Il fera





Il sera necessaire de mettre un diaphragme au foyer du verre EF : c'est-à-dire en LM par la même raison que nous avons fait voir, qu'il est necessaire de mettre des diaphragmes dans les lunettes d'approche; & cela même fait voir que le troisième verre, que l'on met ordinairement entre les deux autres pour découvrir un grand champ, y est tout-à-fait inutile pour cela.

ART. XXXIX.  
Qu'il est necessaire de mettre un diaphragme dans un microscope à deux verres, & ce qu'on en peut conclure.

## CHAPITRE X.

*Des observations faites avec des lunettes d'approche, & avec des microscopes.*

**L**ORSQU'ON regarde la lune avec une lunette de 36 pieds, dont l'ouverture & l'oculaire ont trois pouces; il est évident par ce que nous avons déjà dit, que l'on y doit voir un objet de 14000 pieds de diametre environ sous un angle de 6 min. Et toute la lune nous doit paroître à peu près comme cette figure la represente.

21 Est une tache, à laquelle Riccioli a donné le nom de Tycho. C'est une espece de puits tout rond, d'une profondeur extrême, & d'une tres-grande largeur. Il y a dans le milieu de son fond une elevation qui passe en hauteur ses bords, & qui nous paroît en forme de dôme. L'on voit depuis le bord de ce puits, plusieurs traits blancs & illuminez, dont la plupart s'étrecissent à mesure qu'ils s'en éloignent, & s'étendent jusqu'à d'autres puits d'une

ART. I.  
Qu'un objet dans la lune qui a 14000 pieds de diametre, se voit sous un angle de 6 min. avec une lunette de 36 pieds, & dont l'oculaire a 3 pouces.

ART. II.  
Description d'une tache, à laquelle Riccioli a donné le nom de Tycho.

semblable construction ; mais dont la largeur & la profondeur sont beaucoup moindres. Quelques-uns de ces puits paroissent n'avoir point de dôme.

ART. III.  
Qu'il y a apparence que cette tache, & la plupart des autres, sont des especes de villes.

L'on peut supposer que les habitans de la lune, s'il y en a, ont creusé ce puits pour s'y garantir de l'ardeur du soleil, pendant leurs jours d'un demi-mois chacun, & qu'ils ont élevé le dôme à la hauteur dont nous le voyons, de ce qu'ils ont tiré de ce puits en le creusant. Et si les conjectures peuvent avoir ici quelque lieu, l'on peut croire qu'ils ont creusé dans ce dôme & dans la circonference de ce puits, des cavernes & des trous, à peu près comme font nos lapins, pour s'y cacher & pour s'y garantir du froid pendant leurs longues nuits d'un demi-mois chacune, de sorte que tous les puits que l'on découvre dans la lune, étant leurs habitations ordinaires, ne feroient que des especes de villes.

ART. IV.  
Que la tache de Tycho est la ville capitale de toutes celles qui sont situées autour.

Or cela étant, l'on pourroit croire que ces traits blancs & illuminez qui vont de cette ville, dont nous venons de faire la description, à d'autres qui sont situées autour, ne sont que de grands chemins applanis par ces habitans ; & que peut être cette ville est la capitale de toutes les autres.

ART. V.  
Que les taches 4, 11, &c. sont aussi des villes capitales.

L'on peut encore supposer la même chose des taches, 4, 11, & de quelques autres.

ART. VI.  
Que les parties obscures ne sont pas des mers comme on a crû ; mais plutôt de grandes forêts.

Pour ce qui est des parties obscures & que l'on croit communément être des mers, je croirois plus volontiers que ce ne sont que de grands bois : car lorsqu'on les observe avec des lunettes de 100 & de 200 pieds, on y voit une infinité de tres-petits en-



droits illuminez, principalement lorsque le soleil donne perpendiculairement dessus; & ce n'est sans doute autre chose que des endroits où il n'y a ni arbres ni plantes, & qui étant peut-être un peu sablonneux, réfléchissent beaucoup mieux la lumière que ne font les feuillages. Au reste comme l'on observe qu'un côté de ces parties obscures est plus lumineux qu'un autre; que le milieu est plus lumineux que les bords, ou les bords plus que le milieu, &c. il n'y a point d'apparence que ces parties obscures soient des mers qui seroient également éclairées par tout.

L'on y voit outre cela des grands rochers escarpez dont l'ombre s'étend assez loin sur la campagne de la lune, & se raccourcit à mesure que le soleil s'y élève.

ART. VII.  
Qu'il y a des rochers dans la lune.

Pour ce qui est des fleuves, il semble qu'on y en découvre trois ou quatre; mais comme ils doivent avoir 14000 pieds de largeur pour être vus sous un angle de 6 min. par une lunette de 36 pieds, ils ne peuvent pas être visibles, à moins que d'avoir une largeur extrême.

ART. VIII.  
Que les fleuves, qu'il semble qu'on y découvre, ne peuvent pas être visibles, à moins d'avoir une très-grande largeur.

J'ai un verre objectif de près de 600 pieds de foyer, que j'ai fait exprès pour observer la lune: car pour ce qui est des autres planettes, c'est tout ce qu'on peut faire que de les bien observer avec un verre de 200 pieds.

ART. IX.  
Que j'ai fait, un verre de 600 pieds pour observer la lune.

Je donnerai à ce verre de 600 pieds une ouverture d'un pied, & pareillement un oculaire d'un pied, afin de pouvoir reconnoître dans la lune un objet

ART. X.  
Que je donnerai à ce verre une ouverture & un o-

culaire d'un  
pied pour re-  
connoître  
dans la lune  
un objet de  
3500 pieds de  
diametre sous  
un angle de 6  
min.

de 3500 pieds de diametre, sous un angle de 6 min.  
& je crois qu'il ne faut pas esperer d'aller guères  
plus loin, à cause de l'incommodité & de l'embar-  
ras à quoi ces grandes lunettes sont sujettes par le  
mouvement rapide de l'astre.

ART. XI.  
Que je ferai  
une carte de la  
lune, lorsque  
j'aurai trouvé  
la commodité  
de me servir  
de ce verre.

Lorsque j'aurai trouvé la commodité de me ser-  
vir de ce verre, je tâcherai de faire une carte exacte  
de la lune & de tout ce qu'on y découvre de plus re-  
marquable, afin que la posterité puisse connoître  
s'il y arrive quelque changement considerable.

ART. XII.  
Ce qu'on ob-  
serve à l'égard  
des deux pla-  
nettes Venus  
& Mercure.

L'on voit les deux planettes Venus & Mercure  
changer de phases comme la lune, & augmenter,  
ou diminuer de grandeur apparente, suivant leurs  
diverses positions avec le soleil & la terre.

ART. XIII.  
Que la planet-  
te de Mars pa-  
roît rougeâ-  
tre, & pour-  
quoi.

On observe la planete de Mars toujours trou-  
ble & d'une couleur rougeâtre, d'où l'on peut con-  
jecturer qu'il y a toujours autour de cette planete  
beaucoup de broüillards & de nuages, au travers  
desquels les rayons de lumiere passant & repassant,  
nous la font paroître avec cette couleur rouge &  
sans distinction.

ART. XIV.  
Qu'il tourne  
en 24 heures  
30 min. sur  
son axe.

On découvre quelques taches dans son disque, à  
peu près comme l'on en découvre dans la lune, qui  
nous font connoître qu'elle tourne environ en 24  
heures 30 min. autour de son axe.

ART. XV.  
Qu'il y a plu-  
sieurs bandes  
claires & obs-  
cures dans la  
planete de  
Jupiter.

Pour ce qui est de la planete de Jupiter, l'on  
voit plusieurs bandes claires & obscures dans son  
disque, qui s'y étendent d'Orient en Occident, &  
qui sont pour la plûpart paralleles les unes aux au-  
tres: je dis pour la plûpart, puisqu'on en voit quel-



quelquefois d'obscures, qui sont assez obliques, & qui passant au travers d'une bande claire, se terminent de côté & d'autre à une bande obscure.

Quelques-unes de ces bandes environnent tout le globe de cette planète, & d'autres étant interrompues, ne s'étendent qu'à une partie de sa circonférence, & la plupart sont sujettes à des variations continuelles, principalement les obliques.

L'on y découvre outre ces bandes, des taches claires dans les bandes obscures, & des taches obscures dans les bandes claires, qui sont pareillement sujettes à des changemens continuels, principalement les taches claires que l'on découvre dans les bandes obscures; & ces taches nous font voir que cette planète tourne en moins de dix heures autour de son axe.

ART. XVI.  
Qu'il y a outre ces bandes plusieurs taches claires & obscures dans cette planète.

Pour ce qui est des satellites de Jupiter, on voit qu'ils jettent leurs ombres sur le disque de cette planète, & qu'ils s'éclipsent en passant au travers de son ombre.

ART. XVII.  
Qu'elle est accompagnée de 4 satellites, & comment ils font leur révolution.

Le premier fait sa révolution en un jour 18 heures & 19 min. Le second en 3 jours, 13 heures & 19 min. Le troisième en 7 jours & 4 heures; & le quatrième en 16 jours, 18 heures & 5 min.

Et comme ils paroissent quelquefois plus, & quelquefois moins grands, & même qu'ils paroissent plus petits que leurs ombres qu'ils jettent sur le disque de Jupiter, il y a bien de l'apparence qu'il y a des taches sur leurs disques, comme il y en a sur le disque de la lune, & qu'ainsi ils nous paroissent

ART. XVIII.  
Pourquoi ces satellites paroissent quelquefois plus, & quelquefois moins grands.

plus ou moins grands, selon qu'ils tournent plus ou moins vers nous leurs parties obscures ou lumineuses.

ART. XIX.  
Que ces satellites ne tournent pas autour de leurs axes.

Au reste l'on peut croire que ces satellites ne tournent pas autour de leurs axes, non plus que la lune ne tourne pas autour du sien, parce que l'on observe que les mêmes apparences arrivent toujours dans les mêmes parties de leurs orbes.

ART. XX.  
Que le globe de Jupiter est semblable au globe de la terre.

L'on peut supposer que le globe de Jupiter est semblable à celui que nous habitons; que les bandes obscures ne sont que des mers; que les taches claires que l'on y voit ne sont que des isles qui se rencontrent dans ces mers; que les interstices clairs ne sont que des terres; & enfin que les taches obscures ne sont que de grands lacs ou des inondations dans ces terres, ou bien de grandes forêts, si ces taches sont constantes, &c.

ART. XXI.  
Qu'il y a sur la terre des courants d'eau & des vents, qui vont continuellement d'Orient en Occident, & pourquoi.

L'on apperçoit sur nôtre globe qu'il y a des vents & des courants d'eau qui vont continuellement d'Orient en Occident, à moins qu'ils n'en soient détournés par quelque cause étrangère, comme par des rayons du soleil, ou par quelque corps qui s'oppose à leur passage. Or il est vrai-semblable que cela n'arrive que parce que la terre tournant en 24 heures autour de son axe d'Occident en Orient, laisse l'air & les eaux un peu en arrière, à cause que ces deux corps ne peuvent pas si bien suivre ce mouvement.

ART. XXII.  
Que ces courants doivent

Et comme un point qui est par exemple dans l'équateur de Jupiter, se meut environ avec 25 fois plus



plus de vitesse qu'un point qui est dans l'équateur de la terre, parce que la circonférence de Jupiter est environ  $10\frac{1}{2}$  fois plus grande que celle de la terre, & que cette planète tourne environ avec  $2\frac{2}{5}$  fois plus de vitesse autour de son axe, que la terre ne tourne autour du sien; que ses quatre satellites sont des lunes beaucoup plus grandes que la nôtre & beaucoup plus proche de cette planète que la lune n'est de la terre; & que selon toutes les apparences, son équateur ne decline guères de son écliptique: il est à croire que le vent & les courants d'eau y sont peut-être 100 fois plus grands que ceux qui sont sur la terre; & que les flux & reflux & les inondations qu'ils produisent y sont aussi sans doute beaucoup plus considérables que les nôtres.

Or comme l'expérience nous apprend que les courants d'eau font de terribles changemens sur la terre; qu'ils emportent des îles d'un endroit qu'ils forment dans un autre; qu'ils font de nouveaux lits & cherchent de nouveaux passages; nous ne serons pas surpris de voir des variations continuelles dans la plupart des bandes & des taches de Jupiter, & que la plupart des bandes sont pour ainsi dire parallèles les unes aux autres, principalement s'il étoit vrai comme cela se pourroit, & comme on le pourroit conjecturer de la lumière éclatante que cette planète réfléchit vers nous, qu'au lieu de rochers & de terre semblable à celle que nous cultivons, il n'y auroit pour la plupart qu'un sable luisant

être beaucoup plus forts dans le globe de Jupiter que sur la terre, & pourquoi.

ART. XXIII.  
Qu'il en doit arriver des changemens continuels dans le globe de Jupiter.

& facile à être remué, à peu près comme celui de nos dunes au bord de la mer.

## ART. XXIV.

Que les Astronomes de ce siècle ont été fort surpris de voir autour de Saturne un anneau mince & plat, qui se perd entièrement de vue, lorsqu'il présente son côté plat, ce qui lui arrive de 15 en 15 années.

Rien n'a tant surpris les Astronomes de ce siècle, que de voir le globe de Saturne entouré d'une espèce d'anneau plat & mince, dont les phases varient insensiblement chaque jour, en sorte que s'il nous présente en un certain temps l'un de ses côtes plats avec la moindre obliquité, & le plus ouvertement qu'il se peut, il nous présente environ 7 ans &  $\frac{1}{2}$  après, son côté tranchant, si on le peut appeller ainsi, ce qui le rend tout-à-fait invisible, environ 7 ans &  $\frac{1}{2}$  après l'autre côté plat, avec la moindre obliquité, & environ 7 ans &  $\frac{1}{2}$  après le même côté tranchant, & ainsi de suite.

Quand je parle des côtes plats de l'anneau, il ne faut pas entendre que ces côtes soient parfaitement plats; car puisque l'on observe qu'il y en a toujours une partie plus éclairée que l'autre, c'est-à-dire celle qui est en de-çà du corps de Saturne, il y a beaucoup d'apparence que ces côtes sont un peu convexes; & qu'ainsi les rayons de lumière tombant plus perpendiculairement sur le côté qui est en de-çà, que sur celui qui est au de-là du corps de Saturne, éclairent plus le premier que le dernier.

## ART. XXV.

Qu'il y a outre cet anneau cinq satellites, qui font leur révolution autour de cette planète.

On ne trouve pas seulement cette planète entourée de cet anneau, mais encore de cinq satellites, dont le premier fait sa révolution en 1 jour, 21 heures & 19 min. le second en 2 jours, 17 heures & 43 min. le troisième en 4 jours, 12 heures & 27 min. le quatrième en 15 jours, 23 heures & 15 min.



& le cinquième en 79 jours & 21 heures.

Et comme l'on observe ici de même que dans Jupiter, que ses satellites sont quelquefois plus, & quelquefois moins grands, & même que le dernier s'éclipse tout-à-fait pendant quelque espace de temps; l'on peut encore conclure que leur grandeur apparente ne change que parce qu'ils tournent plus ou moins vers nous leurs parties obscures ou lumineuses; & comme les mêmes apparences arrivent toujours dans les mêmes parties de leurs orbes; on peut juger qu'ils ne tournent pas autour de leurs axes, non plus que la lune ne tourne pas autour du sien.

ART. XXVI.  
Que ces satellites se voient quelquefois plus, quelquefois moins grands, & qu'il y en a un qui se cache entièrement pendant un certain temps, & pourquoi.

Et comme ce dernier satellite, qui s'éclipse tout-à-fait, demeure dans chaque révolution de 79 jours 21 heures, plus d'un mois invisible, & que cela lui arrive lorsqu'ayant passé la conjonction dans la partie supérieure de son orbe, il commence à descendre vers la partie inférieure, en approchant plus vers la terre; l'on peut supposer que le côté de ce satellite qui est alors tourné vers nous, n'est autre chose que des eaux, qui ne réfléchissent pas si bien la lumière, que les terres qui sont à l'autre côté; & qui étant plus légères que ces terres, font que ce satellite ne peut pas tourner autour de son axe; mais qu'il se tienne dirigé avec sa partie la plus pesante en bas vers le globe de Saturne, à peu près comme un volant qui voltige dans l'air; & ceci nous donne lieu de conjecturer la même chose de la lune.

ART. XXVII.  
Pourquoi le dernier satellite de Saturne demeure dans chaque révolution plus d'un mois invisible, & pourquoi la lune ne tourne pas autour de son axe.

L'on observe que le globe de Saturne jette son

ART. XXVIII.  
Que Saturne

jette son ombre sur l'anneau, & l'anneau la sienne sur Saturne.

ART. XXIX. Qu'il est vraisemblable que Saturne tourne autour de son axe, & pourquoi.

ombre sur l'anneau, & que cet anneau jette la sienne sur le globe de Saturne, ce qui est un argument invincible que ce sont deux corps opaques.

Il n'y a rien que je sçache qui nous puisse faire voir clairement que le globe de Saturne tourne autour de son axe, comme celui de Jupiter tourne autour du sien, & que son anneau fait des revolutions comme ses satellites; mais il n'y a rien de plus vraisemblable, non seulement parce qu'on voit que les autres planettes tournent autour de leurs axes; mais parce qu'il n'y a nulle apparence qu'ils puissent demeurer en repos dans le centre de cinq orbes, dans chacun desquels un assez grand corps acheve sa revolution avec une vitesse tres-grande.

ART. XXX. Ce qui doit arriver si Saturne tourne sur son axe, & l'anneau autour de Saturne.

Or si l'on suppose qu'il tourne avec son anneau autour de son axe; il est évident que cet anneau ne peut être guère éloigné de son équateur, & il est probable que la cause de la variation des phases de cet anneau, vient de ce que l'axe de Saturne qui coupe l'orbe dans lequel il fait sa revolution dans l'espace d'environ 30 ans, avec un angle qui est plus grand que de 30 degrez, est toujours dirigé vers les mêmes parties du ciel pendant qu'il fait sa revolution dans son orbe, par la même raison que l'axe de la terre y est dirigé pendant qu'elle fait sa revolution annuelle.

ART. XXXI. Ce qui devoit arriver s'il y avoit de l'eau sur le côté tranchant de l'anneau.

Si l'on suppose à present que l'anneau de Saturne fait sa revolution avec une vitesse proportionnée à celle avec laquelle ses satellites font leurs revolutions, & si le dessus de l'anneau, ou ce que nous



avons appelé son côté mince, ou tranchant, étoit formé d'une espece de terre & d'eau; il est indubitable que l'eau y creuseroit dans le milieu, comme une espece de fosse, & qu'ainsi ce côté tranchant nous devoit paroître lumineux de deux côtez, avec une bande obscure dans le milieu, si nous avions des lunettes assez longues pour le découvrir.

Il y a 50 ou 60 ans qu'on n'observoit presque jamais le Soleil sans y trouver quelques taches : c'est-à-dire, quelques corps opaques, qui flottant sur sa surface, nous déroboient une partie de sa lumière; mais à présent elles sont devenuës si rares, qu'il se passe quelquefois deux ou trois ans, sans qu'il en paroisse aucune.

ART. XXXII.  
Qu'on observe des taches dans le Soleil; mais qu'elles sont rares à présent.

On peut ce me semble juger de là qu'elles pourroient un jour devenir assez nombreuses, pour couvrir toute la surface du Soleil, ou du moins la plus grande partie, comme il semble être déjà arrivé: car Plutarque & plusieurs Historiens dignes de foi, nous disent que cet astre eût une si foible & si triste lumière la première année du regne d'Auguste, qu'on pouvoit le regarder sans se blesser les yeux, & que la plûpart des fruits ne purent pas venir à leur juste maturité. Et Kepler nous dit que l'année 1547 le Soleil parut ainsi à toute la terre, depuis le 24 jusqu'au 28 d'Avril, avec une couleur rougeâtre, comme quand on le regarde au travers de quelque broüillard.

ART. XXXIII.  
Qu'il pourroit arriver qu'elles couvriroient toute la surface du Soleil.

Ce que l'on observe de plus remarquable touchant ces taches, est qu'elles ne gardent aucune fi-

ART. XXXIV.  
Ce qu'on observe touchant ces taches.

gure particuliere ; que la plûpart se trouvent entourées d'un atmosphere en forme de nuage ou de fumée, où elles se font voir à peu près comme l'on voit le noyau dans une comete ; qu'il y en a qui ne paroissent être qu'un simple nuage ou fumée, sans aucun noyau dans leur centre ; qu'il semble qu'elles flottent immédiatement sur la surface du Soleil, comme l'on voit flotter l'écume sur quelque liqueur qui commence à boüillir : car elles employent pour aller d'un bord à l'autre, la moitié du temps qu'elles employent pour faire une revolution entiere ; qu'elles sont toutes sujettes à des changemens continuels, tant à l'égard de leur figure, qu'à l'égard de leur grandeur, & qu'elles paroissent & disparaissent en tres-peu de temps, principalement celles qui ne semblent être que de la fumée ; qu'elles tournent autour du Soleil environ en 25 jours, c'est-à-dire, à l'égard des étoiles fixes : car c'est environ en 27 jours qu'elles tournent autour de cet astre, à l'égard de l'apparence faite à la terre ; mais qu'il arrive rarement qu'elles fassent une revolution entiere ; qu'elles tournent autour du Soleil parallèlement à son équateur propre, qui decline du plan de l'ecliptique d'environ 7 degrez, & qui le coupe vers les dix degrez des Gemeaux, où est son nœud ascendant, & vers les dix degrez du sagittaire, où est son nœud descendant ; & enfin qu'à l'endroit du Soleil, où son feu a gagné & consumé quelque tache, il paroist une lumiere plus vive & plus éclatante que celle que l'on observe dans le reste de sa sur-



face, en sorte qu'il semble qu'une flamme extraordinaire ait succédé à sa place, comme il arrive quand on a jetté quelque matiere combustible dans le feu.

Ces observations, & principalement la dernière, nous peuvent mener aux conjectures suivantes; sçavoir, que le Soleil n'est qu'un tres-grand amas du premier element, ou d'un feu presque semblable à celui que nous voyons ici bas; que ce feu a continuellement besoin de nourriture, qu'il prend sans cesse de l'air qui l'environne & qui est peut-être rempli de salpêtre & d'autre matiere combustible, de même que celui que nous respirons; que toute la surface du Soleil est toujours entourée d'une espece de fumée assez legere qui s'éloigne continuellement de son centre, par la même raison que la fumée de nôtre feu s'éloigne du centre de la terre.

Cela étant l'on en pourroit conclure, que cette fumée doit descendre derechef vers le Soleil, lorsque plusieurs de ses petites parties se sont conglomerées & devenues par consequent assez pesantes pour y pouvoir retourner, & servir de nouvelle nourriture à cet astre; que cette fumée sortant sans cesse de tous les côtez du Soleil, ne peut pas faire beaucoup de chemin sans être poussée vers son équateur, où la matiere etherée a plus de mouvement que vers ses poles; que cette fumée si elle s'éloigne assez du Soleil pour que les rayons de cet astre qui la rencontrent, s'en puissent reflechir vers nous, doit paroître comme une espece de lumiere

ART. XXXV.  
Quelles conjectures on peut tirer de ces observations :

Ar. XXXVI.  
Quelles conclusions l'on pourroit tirer de ces conjectures supposé qu'elles fussent vraies.

semblable à celle que l'on commence à observer vers l'ecliptique, ou entre l'ecliptique & l'équateur du Soleil, & à quoi il semble que les Anciens n'ont jamais pris garde, supposé qu'elle ait toujours paru plus ou moins, comme il est assez vrai-semblable; & enfin que cette fumée, en s'éloignant du Soleil en un peloton, assez gros & assez épais pour se tenir quelque temps en état sans se dissiper considérablement, nous pourroit faire voir dans le ciel des croix, des épées, des batailles, & mille autres choses, suivant que le hazard disposeroit différemment les parties de cette fumée, comme il arrive lorsqu'il semble qu'on découvre ces choses dans les nuées.

AR. XXXVII.  
Quelques observations de certaines lumières veues dans le ciel.

On trouve dans les Histoires plusieurs observations de ces sortes de lumières, dont voici quelques-unes. Charimander au rapport de Seneque dans le commencement du septième livre des Questions naturelles, dit qu'Anaxagoras avoit observé une grande & extraordinaire lumière, qui parut pendant plusieurs jours, de la grandeur d'une longue poutre; & Seneque dit lui-même que Callisthene avoit observé une semblable lumière en forme d'un feu étendu en long, avant que les deux celebres villes d'Achaïe, Helice & Buris fussent submergées.

Le 10. de Mars 1668 il parut un sentier de lumière, semblable à la queue d'une comete, qui occupoit l'espace de 30 degrez en longueur, & un peu plus d'un degré  $\frac{1}{2}$  en largeur. Elle alloit par un mouvement particulier vers l'Orient, & vers le Septentrion, & passa pendant l'espace de neuf jours par diverses



diverses étoiles du fleuve Eridan, dont elle n'empêchoit pas la veüe.

Tout ce que nous venons de dire des taches du Soleil ne peut être entendu que de celles qui paroissent flotter immédiatement sur sa surface, & qui ne peuvent avoir guères d'épaisseur, puisqu'on les voit s'étrecir à mesure qu'elles s'approchent de ses bords.

A. XXXVIII.  
Que les taches du Soleil n'ont guères d'épaisseur, & d'où on le peut connoître.

Mais s'il arrive qu'une masse assez considérable de la matiere du second élément, s'assemble dans le corps du Soleil; elles'y formera en une espece de globe, à cause qu'elle y sera également pressée de toutes parts. Or si ce globe, qui pourroit égaler, & même surpasser quelquefois toute la terre en grandeur, est poussé hors du Soleil; il s'en éloignera avec d'autant plus de rapidité, qu'il sera plus leger que la matiere étherée qui le doit recevoir; & continuera sa route jusqu'à ce qu'ayant passé bien au de-là de l'endroit de son equilibrium, il soit obligé de retourner vers cet astre, avec la même rapidité qu'il en étoit parti, & de s'y plonger de nouveau. Et si ce globe est assez leger pour s'avancer jusqu'au chemin de Mars ou de Jupiter, ou plus loin, en sorte que les rayons du Soleil qui le rencontrent pendant qu'il passe par l'hémisphere, où est la terre, se puissent reflechir vers nous; il est manifeste que ce globe paroîtra décrire dans le ciel un arc d'un grand cercle, ou du moins un arc qui s'en approche de fort près.

AR. XXXIX.  
Qu'un globe plus grand que toute la terre se pourroit former dans le Soleil, & ce qui pourroit arriver à ce globe.

Et comme ce globe en sortant ainsi du Soleil

ART. XL.  
Que ce globe

doit être entouré d'un atmosphere de fumée.

comme d'une fournaise, ne peut être autre chose qu'un corps brûlant & fumant de tous côtez, il doit necessairement être entouré d'une espee d'atmosphere de fumée, qui étant de beaucoup plus legere que ce corps fumant lui-même, le doit quitter à mesure qu'elle s'en exhale, & le devancer assez considerablement.

ART. XLI.  
Que ce globe doit paroître au milieu d'une chevelure, & avec une queue de lumiere.

Et comme les rayons du Soleil ne doivent pas seulement éclairer ce globe, mais aussi toute la fumée qui l'accompagne; il ne nous doit paroître que comme une étoile au milieu d'une chevelure, & avec une queue de lumiere qui doit être dirigée à peu près à l'opposite du Soleil.

ART. XLII.  
Que cette queue peut paroître grande ou petite, & pourquoi.

Or cette queue sera grande ou petite, suivant que le corps fumant sera lui-même grand ou petit, & en état de fournir peu ou beaucoup de fumée; & nous paroîtra ainsi suivant qu'elle sera proche ou éloignée de nous, & veüe avec peu ou avec beaucoup d'obliquité.

ART. XLIII.  
Ce qui arrivera à ce globe, lorsqu'il s'éloigne du Soleil, en sorte que nous le perdons pour quelque temps de veüe.

Si ce globe s'éloigne du Soleil, en sorte que nous le perdions de veüe pour quelque tems, il nous doit encore faire voir à son retour vers le Soleil, à peu près les mêmes phenomenes qu'il nous a fait voir en s'en allant: car ayant observé que le four d'une verrerie qu'on laissoit éteindre de lui-même, après avoir bien bouché toutes les ouvertures, étoit près d'un mois avant que d'avoir perdu toute sa chaleur, comme nous avons déjà dit; je crois que nous pouvons conclure avec raison, que ce globe peut, à cause de sa prodigieuse grandeur, conserver sa plus grande



chaleur, non seulement pendant plusieurs mois ;  
mais peut être encore pendant plusieurs années.

Je dis que ce globe nous doit encore faire voir à son retour vers le Soleil, à peu près les mêmes phénomènes qu'il nous a fait voir en s'en allant, puisqu'il doit perdre avec le temps beaucoup de sa chaleur, & fournir par conséquent beaucoup moins de fumée pour former sa chevelure & sa queue, à moins qu'il ne fût beaucoup enflammé en s'éloignant du Soleil, & que cette flamme ne fût éteinte à son retour : car alors la fumée devrait être plus abondante, que dans le temps qu'il étoit encore enflammé, & que la flamme consommoit la fumée.

ART. XLIV.  
Que ce globe nous doit faire voir à son retour vers le Soleil, à peu près les mêmes phénomènes qu'il nous a fait voir en s'en allant, mais non pas entièrement, & pourquoi.

ART. XLIV.

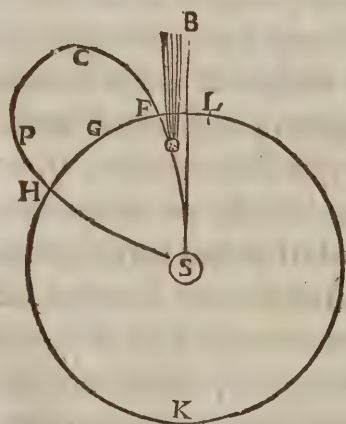
Que ce globe nous doit faire voir à son retour vers le Soleil, à peu près les mêmes phénomènes qu'il nous a fait voir en s'en allant, mais non pas entièrement, & pourquoi.

Si ce globe en sortant du Soleil passe à côté de la terre vis-à-vis des signes qu'elle doit encore parcourir, il doit paroître se mouvoir contre l'ordre de ces signes; & tout au contraire lorsqu'il prend son chemin entre la terre & les signes qu'elle vient

ART. XLV.  
Qu'on peut voir passer ce globe à côté de la terre en plusieurs manières différentes.

ART. XLV.

Qu'on peut  
voir passer ce  
globe à côté  
de la terre en  
plusieurs ma-  
nières diffé-  
rentes.

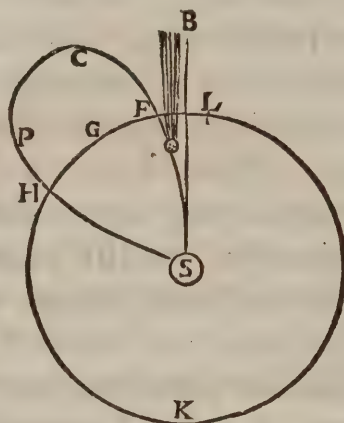


de parcourir, comme ce-  
la se voit manifestement  
dans cette figure, où SC  
represente le chemin du  
globe; FGK le chemin  
de la terre, & S le corps  
du Soleil: car si la terre  
est en L lorsque ce glo-  
be s'avance le long du  
chemin SC, il paroîtra  
aller contre l'ordre des fi-

gnes, & tout au contraires'il prend ce chemin lorf-

B b ij

que la terre est en G. Le contraire doit arriver à ce globe lorsqu'il retourne vers le Soleil : car si par exemple la terre est en G, lorsqu'il y retourne par le chemin PS, il paroitra aller contre l'ordre des signes, & selon l'ordre des signes, s'il prend ce chemin lorsque la terre va de H vers K.



ART. XLVI.  
Que ce globe  
doit à la fin  
retourner vers  
le Soleil, &  
pourquoi.

Il n'est pas ce me semble bien difficile de comprendre que ce globe doit à la fin retourner vers le Soleil, non seulement avec la même vitesse qu'il avoit en le quittant ; mais qu'il y doit retourner avec une vitesse qui sera bien plus grande , puisqu'il doit devenir plus pesant, à mesure qu'il jette de la fumée, & qu'il se doit par conséquent à la fin plonger de nouveau dans cet astre, qui le consumera en tres-peu de temps pour en former des taches & de la fumée sur sa surface; ou qui le rejettera enflammé comme auparavant , dans l'air qui l'environne, pour nous faire voir encore de semblables phénomènes.

ART. XLVII.  
Qu'il peut ar-  
river que ce  
globe ne  
montre que sa  
fumée.

Si ce globe sortant du Soleil prend son chemin à peu près vers l'endroit où se trouve la terre, & que sa fumée qui le doit devancer se soit dégagée des rayons du Soleil, pendant qu'il y est encore enfoncé lui-même ; cette fumée doit paroître comme une espece de lumière posée sur l'horison. Et



s'il étoit trop pesant pour monter à une hauteur nécessaire pour paroître lui-même, l'on ne verroit autre chose que cette lumière posée sur l'horison.

Si ce globe sortant du Soleil prenoit son chemin vers un endroit de l'ecliptique, vers lequel la terre s'avance, & qu'il sortit par exemple du Soleil pour aller le long de la ligne SC pendant que la terre est en L, il pourroit arriver que sa fumée paroitroit le matin, & quelque temps après, le soir, avant que de paroître lui-même.

ART. XLVIII  
Qu'il pourroit arriver que ce globe montreroit premièrement la fumée le matin, & ensuite le soir, avant que de paroître lui-même.

Si dans la colonne de fumée, celle qui est dans le milieu étoit noire, épaisse, & capable d'amortir les rayons du Soleil qui tombent dessus, on la pourroit voir avec une raye obscure dans le milieu; ce qui pourroit encore arriver par l'ombre du globe qui doit passer au travers. Et si le milieu de cette colonne n'étoit pas autant chargé de fumée que ses extrémités laterales, principalement vers l'endroit où elle finit, on la pourroit voir en forme de queue d'hirondelle.

ART. XLIX.  
Que cette fumée peut paroître avec une raye obscure dans le milieu, & qu'elle peut paroître en forme d'une queue d'hirondelle.

Si ce globe sortoit du Soleil par quelque endroit qui fût éloigné du plan de l'ecliptique, & s'il montoit jusqu'au chemin de la terre ou plus haut; il ne manqueroit pas de se trouver à la fin dans ce plan, parce que c'est-là où est le plus grand mouvement; & il ne manqueroit pas même de le traverser, & de paroître par conséquent couper l'ecliptique plus ou moins obliquement, suivant qu'il viendrait d'un endroit plus ou moins éloigné du plan de l'ecliptique, & suivant la diverse posi-

ART. L.  
Que ce globe doit paroître couper l'ecliptique.

tion de la terre à l'égard de son passage au travers de ce plan.

ART. LI.  
Que ce globe  
décrive une li-  
gne courbe,  
composée de  
de trois mou-  
vements diffé-  
rens.

Et comme ce globe passe au travers de la matiere étherée que les planettes font tourner d'Occident en Orient, par le mouvement que les rayons du Soleil leur impriment; ce globe décrive une ligne courbe, qui sera composée du mouvement par lequel il s'approche ou s'éloigne du centre du Soleil; du mouvement par lequel il s'approche du plan de l'ecliptique; & du mouvement de la matiere étherée par où il prend son chemin.

ART. LII.  
Que sa fumée  
doit paroître  
décliner de  
l'opposition  
du Soleil, &  
pourquoi.

Et comme la fumée de ce globe monte avec beaucoup plus de rapidité que le globe même, & qu'elle demeure par conséquent bien moins de temps que ce globe dans une matiere capable de la transporter avec une certaine vitesse d'Occident en Orient, & de la pousser vers le plan de l'ecliptique; elle doit paroître décliner de l'opposition du Soleil vers l'endroit d'où ce globe vient, si l'œil est hors du plan de son chemin, & même se courber un peu; & elle en doit paroître d'autant plus décliner, que l'on est plus directement opposé à ce plan.

ART. LIII.  
Que le côté  
convexe de la  
fumée doit  
paroître avec  
plus de vivaci-  
té que le côté  
concave, &  
pourquoi.

Et comme il doit monter plus de fumée du côté convexe, que du côté concave de la courbure, l'on doit toujours voir le côté convexe avec plus de vivacité & de distinction que le côté concave.

ART. LIV.  
Que ce globe  
doit être veu

Et comme ce globe reçoit sa principale lumiere du Soleil, il doit être veu avec d'autant plus de lumiere, qu'il est plus proche du Soleil, quoiqu'il



ne doive jamais paroître avec une lumiere si vive & si bien déterminée que celle des Planettes, à cause que beaucoup de rayons du Soleil se doivent absorber dans la fumée qui l'entoure.

avec une lumiere d'autant plus vive qu'il est plus proche du Soleil.

Je dis qu'il reçoit sa principale lumiere du Soleil, parce que s'il est enflammé dans quelques endroits de son corps, son feu propre le doit éclairer un peu, aussi bien que la fumée qui l'entoure.

Nous avons vu de quelle maniere ce globe, en montant par la ligne SC, pendant que la terre est en G, peut paroître aller selon l'ordre des signes; mais s'il arrive que son mouvement de F vers C, & celui de la terre de G vers H se compensent l'un l'autre à l'égard du spectateur, il paroitra stationnaire; & il pourra ensuite paroître rétrograde s'il ne s'avance pas assez de F vers C, pendant que la terre s'avance de G vers H; ou si après avoir été à la fin de son cours, il retourne vers le Soleil par la ligne PC pendant que la terre s'avance de H vers K.

ART. LV.  
Comment ce globe peut paroître stationnaire & rétrograde.

Il peut arriver en plusieurs manieres que le cours de ce globe nous paroisse diminuer ou augmenter, être stationnaire ou rétrograde, ce que chacun peut appercevoir assez facilement.

Enfin comme ce globe peut passer à côté de la terre vers l'Orient ou vers l'Occident, vers le Septentrion ou vers le Midi, &c. il se pourra faire voir dans toutes les parties imaginables du ciel, & paroître traverser tantôt l'ecliptique, tantôt l'équateur, tantôt l'un des poles du monde, & tantôt l'autre, &c. Et comme il peut prendre son che-

ART. LVI.  
Que ce globe se peut faire voir dans tous les endroits imaginables du ciel, & sans aucun mouvement réglé.

min plus ou moins proche de la terre ; qu'il peut avoir differens degrez de pesanteur , & aller par consequent avec plus ou moins de vitesse, & s'éloigner plus ou moins du Soleil ; & qu'il peut être plus ou moins éloigné de la terre, lorsqu'il est à l'endroit de son équilibre , où il doit aller avec la plus grande vitesse, de même qu'un pendule va avec la plus grande vitesse à l'endroit où il doit trouver son repos ; il peut paroître parcourir une grande ou une petite partie du ciel ; aller avec peu ou beaucoup de vitesse dans le commencement, & avec peu de vitesse dans la fin de son apparition, & tout au contraire, &c.

ART. LVII.  
Qu'il est impossible de marquer le temps de l'apparition de ce globe, &c.

Au reste, de tout ce que nous venons de dire, il paroît manifestement qu'il ne peut y avoir de règle certaine pour le temps de l'apparition de ce globe ; ni pour la grandeur de la partie du ciel, qu'il doit parcourir ; ni pour la durée de son apparition ; ni pour sa grandeur apparente ; ni pour la grandeur apparente de sa queue ; ni pour la partie du ciel où il doit paroître, si l'on excepte qu'il doit plutôt paroître dans l'hémisphere où est le Soleil, que dans l'autre, puisqu'il tire son origine du Soleil, &c.

ART. LVIII.  
Que l'on peut dire que ce globe n'est autre chose qu'une comète, & pourquoi.

Or comme les Historiens dignes de foi qui ont fait mention des phenomenes des comètes, n'ont parlé précisément que de ceux qui peuvent arriver au globe dont nous venons de faire la description ; il me semble que je puis conclure avec raison qu'une comète, n'est autre chose qu'un tel globe qui sort tout brûlant & fumant du Soleil.

Et



Et qu'on ne me dise pas qu'il soit impossible que ce globe, c'est-à-dire, le corps ou le noyau d'une comete, puisse fournir autant de fumée qu'il faudroit pour faire paroître quelquefois une queue qui occuperoit plus de la fixième partie du ciel, comme celle de l'année 1680 : car si d'une tres-petite quantité de foin ou de paille allumée, il peut sortir une prodigieuse quantité de fumée, & cette fumée s'élever extrêmement loin de sa source, comme l'expérience le fait voir, principalement s'il n'y a point de flamme pour la consumer ; quelle quantité de fumée ne pourra-t-il pas sortir d'un globe tout en feu, qui est peut-être plus grand que toute la terre, comme nous venons de le dire, sur tout si la colonne de fumée est un peu proche de nous, & que nous la voyons avec tres-peu d'obliquité.

ART. LIX.  
Qu'il n'est pas impossible que le noyau d'une comete puisse fournir autant de fumée qu'il faut pour former la queue.

Aristote & Descartes, ont eû des opinions bien différentes touchant les cometes : car le premier pretendant qu'elles ne sont autre chose que des exhalaisons de la terre qui s'allument dans la plus haute region de l'air, qu'il croyoit être de beaucoup plus basse que n'est la lune, les place en cet endroit. L'autre au contraire pretendant qu'elles sont de veritables étoiles fixes, qui après avoir été encroutées & chassées ensuite de leur place par des étoiles voisines, passent de tourbillon en tourbillon, les place à une si grande distance de nous, c'est-à-dire, à moitié chemin de la terre à une étoile fixe, lorsqu'elles sont encore visibles, qu'il rend son

ART. LX.  
Les opinions d'Aristote & de Descartes touchant les cometes.

opinion pour le moins aussi peu vrai-semblable que celle de l'autre.

## ART. LXI

Qu'on ne refutera pas l'opinion d'Aristote, puis-que tout le monde en est assez revenu; mais qu'on refutera celle de Descartes, puisque la plupart des Philosophes d'aujourd'hui l'admettent.

## ART. LXII.

Expérience qui fait voir qu'un objet  $134\frac{1}{2}$  fois plus éloigné du soleil que nous, est encore 3 ou 400. fois plus éclairé qu'il ne le seroit dans une belle nuit par toutes les étoiles ensemble.

Voyez les pages 38 & 41.

On est aujourd'hui si revenu de cette opinion d'Aristote, qu'il seroit assez inutile d'en faire voir la fausseté; mais il n'en est pas de même de ce que Descartes en dit: car plusieurs personnes sont encore de son sentiment, & ainsi il ne sera pas inutile ce me semble, de faire voir combien il s'est éloigné de la vérité.

Ayez une chambre directement exposée au soleil, & fermée en sorte qu'il n'y puisse entrer de lumière que par une seule ouverture d'une dixième partie de ligne de diamètre: c'est-à-dire qu'on ait de la peine à y ficher un cheveu. Cela étant, recevez sur une surface plate la lumière du soleil à dix pieds de distance de cette ouverture; ou, ce qui est la même chose, à 14400 dixièmes de ligne, qui font dix pieds; & vous verrez que l'endroit où tombe l'illumination entière, sera peut-être encore pour le moins 3 ou 400 fois plus éclairé, qu'il ne le seroit dans une belle nuit par toutes les étoiles ensemble. Cependant il n'est pas plus éclairé que s'il étoit  $134\frac{1}{2}$  fois plus éloigné du soleil qu'il n'est.

Soit par exemple CD l'ouverture de cette chambre d'une dixième partie de ligne; & soit LM une surface plate, sur laquelle on reçoit directement la lumière du soleil à 14400 dixièmes de ligne de distance de l'ouverture CD par où cette lumière entre. Cela étant, comme la quantité de la lumière qui tombe sur chaque point d'une illumination en-



tiere, lorsqu'on la reçoit directement sur quelque surface plate, est à la quantité de la lumiere qui tombe sur chaque point d'une autre illumination entiere, en raison doublée reciproque de leurs distances de l'ouverture CD; & comme l'on trouve par la Trigonometrie, que le point de l'illumination entiere, qui est justement éclairé par tout le soleil, est éloigné de l'ouverture CD d'environ 107 fois le diametre de cette ouverture; il est évident que chaque point de l'illumination entiere, qui est éloignée de 14400 dixièmes de ligne de l'ouverture CD, ne sera éclairé qu'environ par la 18090<sup>me</sup> partie du soleil: c'est-à-dire, comme s'il en étoit  $134\frac{1}{2}$  fois plus éloigné qu'il n'est.

Or comme chaque point de cette illumination est encore alors pour le moins 3 ou 400 fois plus éclairé qu'il ne le seroit dans une belle nuit par toutes les étoiles ensemble, & qu'il y a pour le moins 700 étoiles, tant grandes que petites, outre un nombre infini que l'on en découvre dans tous les endroits du ciel avec des lunettes d'approche, qui nous éclairent dans une belle nuit; l'on peut conclurre avec assez de raison, que l'étoile fixe la plus proche de nous, doit être pour le moins 16000 fois plus éloignée de nous que n'est le soleil.

ART. LXIII.  
Que l'étoile fixe la plus proche de nous, doit être pour le moins 16000 fois plus éloignée de nous que n'est le soleil.

En faisant ce calcul je suppose que les étoiles fixes ne sont pas seulement de même nature; mais aussi de même grandeur que le soleil: car comme l'on auroit tort de pretendre que nôtre soleil fust la plus grande ou la plus petite étoile de toutes, &

ART. LXIV.  
Comment on a pû parvenir à ce calcul, & ce qu'on y a supposé.

qu'il est raisonnable de croire qu'il y a des étoiles fixes qui sont plus grandes, & d'autres qui sont plus petites que le soleil ; je les ai pû supposer toutes de même grandeur que le soleil.

Cela étant ainsi supposé, l'on peut dire qu'il y a douze étoiles fixes, qu'on peut appeller étoiles de la première grandeur, dont les tourbillons touchent celui du soleil ; que ces 12 sont bornées de 48 autres, qu'on peut appeller étoiles de la deuxième grandeur ; ces 48 de 108 autres, qu'on peut appeller étoiles de la troisième grandeur ; ces 108 de 192 autres, que l'on peut appeller étoiles de la quatrième grandeur ; ces 192 de 300 autres, qu'on peut appeller étoiles de la cinquième grandeur ; ces 300 de 432 autres, qu'on peut appeller étoiles de la sixième grandeur ; & enfin ces 432 de 588 autres, qu'on peut appeller étoiles de la septième grandeur. Et comme chacun de ces rangs éclaireroit le globe de la terre avec une égale quantité de lumière, à cause que l'éloignement de chacun d'eux est compensé par le nombre des étoiles que l'on y trouve ; il est évident que tous ces rangs d'étoiles qui en font un nombre de 1686 éclaireroient le globe de la terre comme s'il y en avoit dans le premier rang 7 fois 12, c'est-à-dire, 84 étoiles en tout, dont la seule moitié, c'est-à-dire, 42 étoiles, nous éclaireroient dans une belle nuit, à cause qu'il n'y en a que la moitié à la fois sur l'horison.

Et comme 42 étoiles à la même distance d'un objet, ou plutôt 33 étoiles, parce que toutes les



42 ne lui enverroient pas leur lumière perpendiculairement, éclaireroient cet objet 400 fois moins que ne feroit la 18090<sup>me</sup> partie du soleil, c'est-à-dire, qu'une seule étoile ne l'éclaireroit qu'autant que feroit la 238788000<sup>me</sup> partie du soleil, l'on peut conclure que l'étoile fixe la plus proche de nous est 15452 fois plus éloignée de nous que le soleil, c'est-à-dire; comme la racine quarrée de 238788000, puisque les étoiles ne nous éclairent qu'en raison reciproque des quarrés de leurs distances.

Il y auroit encore plusieurs autres moyens pour parvenir assez seurement à la connoissance de l'éloignement prodigieux des étoiles fixes, sans avoir recours à la parallaxe dont tous les Astronomes se sont servis jusques à présent, assez mal à propos comme semble, puisqu'il est tout-à-fait impossible d'y en trouver aucune.

Ayez une lunette d'approche qui grossisse 500 fois le diamètre d'un objet, & observez avec cette lunette une étoile des plus brillantes; comme par exemple celui du grand chien: à peine verrez-vous son disque, c'est-à-dire que vous ne verrez cette étoile qu'environ sous un angle d'une minute. Et comme le soleil a son diamètre de 32 minutes de grandeur, cette étoile doit être environ 16000 fois plus éloignée de nous que le soleil, supposé qu'il soit aussi grand que cette étoile: car si elle étoit huit fois plus grande, elle seroit 32000 fois plus éloignée de nous que le soleil; si elle étoit 27 fois

ART. LXV.  
Qu'il y auroit encore plusieurs autres moyens pour parvenir à la connoissance de l'éloignement des étoiles fixes, sans avoir recours à la parallaxe.

plus grande, elle seroit 48000 fois plus éloignée; si elle étoit 64 fois plus grande, elle seroit 64000 fois plus éloignée, & ainsi de suite.

## ART. LXVI.

Qu'il y a des étoiles fixes que l'on découvre, qui pourroient être des millions de fois plus éloignées de nous que le soleil.

De ce que nous venons de dire, il est manifeste qu'il y a des étoiles fixes que l'on découvre avec les yeux, qui sont peut-être deux ou trois cent mille fois plus éloignées de nous que le soleil, & qu'il y en a que l'on découvre avec des lunettes d'approche, qui sont peut-être des millions de fois plus éloignées de nous que le soleil.

## ART. LXVII.

Examen du système de Descartes touchant les comètes.

Revenons maintenant au système de Descartes, touchant les comètes; & pour en faire voir l'impossibilité, prenons pour exemple celle qui parut à la fin de l'année 1680.

Elle fut le troisième de Janvier de l'année 1681. dans son perigée, & parcourut depuis jusqu'au troisième ou quatrième de Mars qu'elle disparut entièrement, environ un quart de tout le circuit du ciel, & par conséquent selon ce Philosophe plus que le demi-diamètre de notre tourbillon. Or si l'on suppose à présent que ce demi-diamètre est 8000 fois plus grand que le demi-diamètre de l'orbe annuel de la terre; cette comète auroit fait en 60 jours de temps un chemin, qui iroit au de-là de 8000 fois tout ce demi-diamètre, & par conséquent en moins de onze minutes plus de chemin qu'il n'y en a d'ici au soleil; ce qui seroit une vitesse qui passeroit toute sorte d'imagination.

Si l'on examine ensuite le mouvement de celle qui parut vers la fin de l'année 1664. l'on trouvera



que celle-ci devroit avoir fait, selon le même système, à peu près deux fois plus de chemin dans le même temps, ce qui seroit une vitesse d'autant plus incompréhensible, que cette comete allant contre l'ordre des signes, avoit à vaincre le mouvement rapide, que ce Philosophe attribué à la matiere étherée qui est à l'extrémité du tourbillon, prétendant sans raison que cette matiere acheve sa révolution en aussi peu de temps que celle qui est tout proche du soleil.

Au reste si une comete étoit visible à l'extrémité de nôtre tourbillon, & même après avoir passé dans un tourbillon voisin du nôtre : c'est-à-dire, après être arrivée plus qu'à moitié chemin de nous à une étoile fixe ; l'on seroit ce me semble contraint de dire, qu'elle se pourroit faire voir, sans nous envoyer pour ainsi dire un seul rayon de lumiere : car lorsqu'elle est à moitié chemin de la terre à une étoile fixe qui en est voisine, elle sera éclairée par cette étoile fixe, autant d'un côté qu'elle le sera par le soleil de l'autre côté, supposé que le soleil & cette étoile soient de même nature & de même grandeur, & elle ne sera éclairée par le soleil qu'autant que nous le serions de nuit par quatre étoiles fixes.

Et comme en supposant déjà une comete aussi grande que le soleil, il n'y auroit guères plus de la 18547200000000<sup>me</sup> partie de la tres petite quantité de lumiere, qui seroit égale à celle que quatre étoiles fixes nous enverroient, qui pourroit parvenir jusqu'à nous, parce que cette comete renverroit

cette lumiere vers toutes les parties de l'hémisphère dont elle occuperoit le centre, & dont le diamètre seroit 3680000 fois plus grand que celui de la comète; il est bien facile de juger que ce Philosophe n'est pas bien fondé en tout ce qu'il avance des comètes à l'égard de leur distance. Et comme il n'y a guères plus de vrai-semblance en ce qu'il dit de l'apparition de leurs cheveleûres, de leurs queue, &c. comme il est aisé de le comprendre, pourvû que l'on sçache ce que c'est que la refraction, il me semble assez inutile de le refuter ici.

ART. LXVIII.  
Qu'il y a des  
observations  
de quelques  
comètes fort  
proche de  
nous, & au  
dessous de la  
lune, dont les  
Historiens  
font mention.

Les Historiens qui ont fait mention des comètes, rapportent des faits & des observations par lesquelles l'on peut juger qu'elles ont été quelques fois fort proche de nous, & même beaucoup au dessous de la lune.

Regiomontanus étoit un Astronome trop habile pour ne pas mériter qu'on n'ajoute un peu de foi à ses observations. Il nous assure qu'il a trouvé six degrés de parallaxe à la comète qui parut dans l'année 1475, d'où l'on pourroit conclure que cette comète étoit alors environ six fois plus proche de nous que n'est la lune; & faisant l'histoire de cette comète, il dit qu'ayant son noyau fort petit, elle commença à paroître entre les étoiles de la Vierge, avec un mouvement fort lent; & qu'étant devenue ensuite d'une grandeur excessive, elle passa par le pôle boreal avec un mouvement si rapide, qu'elle parcourut en un jour un arc d'un grand cercle d'environ 40 degrés, & qu'elle disparut à la fin  
vers



vers les étoiles des poissons dans le signe du belier.

Il y a des Historiens qui parlent de quelques comètes qui étoient extrêmement grandes, & fort proches de la terre; & Seneque & Pline rapportent des observations d'une comète, qui auroit égalé en grandeur apparente le soleil ou la lune, comme fit à peu près celle qui parut l'année 1652. avec trois points brillants comme trois endroits enflammés dans le milieu de son noyau.

Lorsqu'une comète est beaucoup plus éloignée de la terre que n'est la lune, il est très-difficile de connoître sa véritable distance, principalement si elle est dans la région des Planètes: car alors le demi-diamètre de la terre où se doivent prendre les bases pour mesurer cette distance, est trop petit pour former une base proportionnée à un éloignement si excessif; & ce demi-diamètre devient comme imperceptible à l'égard de cette distance; puisque son angle de parallaxe se réduit presque à rien, pour ne pas dire que les Astronomes trouvent quelquefois, sans beaucoup d'exactitude, le contraire des parallaxes, & qu'ils prennent quelquefois même leurs erreurs pour des parallaxes.

La meilleure méthode pour prendre la parallaxe d'une comète, est qu'un seul & même observateur la cherche par la variation de sa déclinaison en diverses heures d'une même nuit; ou par la variation apparente de son ascension droite, c'est-à-dire, par la variation de celle qui arrive à son mouvement, à l'égard de cet observateur selon la ligne de l'Orient

ART. LXIX.  
Qu'il est très-difficile de mesurer leur distance de la terre, lorsqu'elles sont beaucoup au dessus de la lune, & pour-quoi.

ART. LXX.  
Comment on y peut parvenir le plus facilement.

à l'Occident, entre les cercles des heures Astronomiques; laquelle variation est d'autant plus sensible, que la comete est plus proche de nous, & nous de l'équateur; mais ces deux methodes supposent que l'on sçache le mouvement particulier de la comete dans son cercle.

ART. LXXI.  
Plusieurs observations de la comete de l'année 1680, qui nous font connoître que cette comete n'a pû tirer son origine d'autre part que du soleil.

Il ne fera pas ce me semble hors de propos d'examiner ici, s'il est possible, que les cometes puissent tirer leur origine d'autre part que du soleil. Prenons pour exemple celle qui parut à la fin de l'année 1680. Le vingt-deuxième de Decembre à 4 heures 46 min. du soir, lorsque la terre étoit environ à  $1^{\text{d}} 49'$  de l'écrevisse, cette comete fut observée à  $6^{\text{d}} 33'$  du capricorne, avec  $8^{\text{d}} 26'$  de latitude boreale, & avec un mouvement apparent d'environ  $2^{\text{d}} 15'$  par jour.

Soit donc A le soleil; B la terre à  $1^{\text{d}} 49'$  de l'écrevisse; C le commencement de l'écrevisse; D le commencement du capricorne; E un point à  $6^{\text{d}} 33'$  du capricorne; BF une droite indefinie dans le plan de l'écliptique, & parallele à la ligne AE tirée du soleil au point E; & BP une droite indefinie tirée du point B, directement au dessus de la ligne BF, & de telle sorte qu'elle fasse avec cette ligne BF un angle de  $8^{\text{d}} 26'$ .

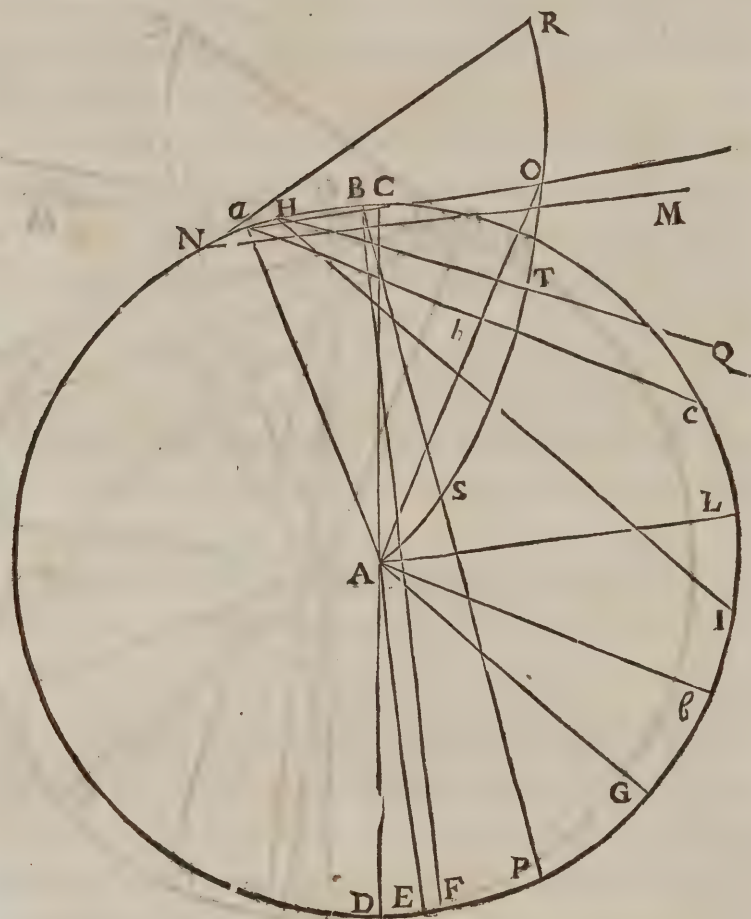
Cela étant, il est manifeste que cette comete doit avoir été le vingt-deuxième de Decembre à 4 heures 46 min. du soir dans la ligne BP.

Le troisième de Janvier 1681 à 5 heures du soir, quand la terre étoit environ à  $14^{\text{d}} 6'$  de l'écrevisse,





dans le plan de l'écliptique, & parallèle à la ligne  
AG tirée du soleil au point G; & HQ une droite in-



definie tirée du point H, directement au dessus  
de la ligne HI, & de telle sorte qu'elle fasse un an-  
gle de  $25^{\circ} 23'$  avec cette ligne HI.

Cela étant, il est clair que cette comete doit



avoir été le troisiéme de Janvier 1680, dans la ligne HQ.

Le septième de Janvier à 6 heures du soir, lorsque la terre étoit environ à  $18^{\text{d}} 13'$  de l'écreviffe, la comete fut observée à  $8^{\text{d}} 12'$  des poissons avec  $28^{\text{d}} 3'$  de latitude boreale, qui à  $17'$  ou à  $18'$  près, a été la plus grande.

Soit donc *a* la terre à  $18^{\text{d}} 13'$  de l'écreviffe; *b* un point à  $8^{\text{d}} 12'$  des poissons; *ac* une droite indefinie dans le plan de l'écliptique, & paralle à la ligne *Ab* tirée du soleil au point *b*; & *ao* une droite indefinie, tirée du point *a* directement au dessus de la ligne *ac* & de telle sorte qu'elle fasse un angle de  $28^{\text{d}} 3'$  avec cette ligne *ac*.

Cela étant, il est manifeste que cette comete doit avoir été le septième de Janvier dans la ligne *ao*.

Le quatorzieme de Janvier à 6 heures 6 min. du soir, lorsque la terre étoit environ à  $25^{\text{d}} 22'$  de l'écreviffe, la comete fut observée à  $5^{\text{d}} 53'$  du belier avec  $26^{\text{d}} 28'$  de latitude boreale, & avec un mouvement apparent d'environ 2 degrez 28 minutes par jour.

Soit donc *N* la terre à  $25^{\text{d}} 22'$  de l'écreviffe; *L* un point à  $5^{\text{d}} 53'$  du belier; *NM* une droite indefinie dans le plan de l'écliptique, & parallele à la ligne *AL* tirée du soleil au point *L*, & *NR* une droite indefinie tirée du point *N* directement au dessus de la ligne *NM*, & de telle sorte qu'elle fasse un angle de  $26^{\text{d}} 28'$  avec cette ligne *NM*.

Cela étant il est clair que cette comete doit avoir

été le quatorzième de Janvier à 6 heures 6 min. du soir dans la ligne NR.

Au reste l'on a observé touchant cette comete, 1<sup>o</sup> Qu'elle augmentoit en grandeur apparente, & que sa queue se prolongeoit à mesure que son mouvement s'acceleroit; car cette queue qui le vingt-deuxième de Decembre n'occupoit qu'environ 40 degrez, en occupoit le troisième de Janvier plus de 70. 2<sup>o</sup> Que depuis le troisième de Janvier, la vitesse de son mouvement journalier diminuoit continuellement aussi-bien que sa grandeur apparente, & celle de sa queue. 3<sup>o</sup> Que sa clarté diminuoit toujours dès la premiere apparition. 4<sup>o</sup> Que ce n'étoit pas tant par la diminution de sa grandeur apparente causée par son éloignement, que par la foiblesse de sa lumiere qu'elle disparoissoit; puisqu'on la voyoit encore à la lunette plus grande que Jupiter, en forme d'un petit nuage blancheâtre, quand il y avoit déjà du temps qu'on ne la distinguoit plus à la simple vûe. 5<sup>o</sup> Que sa plus grande latitude a été de  $28^{\circ}30'$  à peu près. 6<sup>o</sup> Qu'en suite cette latitude ne diminuoit pas autant qu'elle auroit dû faire, si cette inclinaison avoit été permanente; mais qu'elle restoit plus grande, comme si la declinaison du chemin de la comete à l'écliptique avoit augmenté depuis. 7<sup>o</sup> Que sa queue declinoit de la ligne de l'opposition du soleil vers l'endroit d'où elle venoit par son mouvement particulier, ayant même un peu de courburé. 8<sup>o</sup> Que cette declinaison augmentoit toujours après sa pre-



miere apparition ; & enfin que cette queue étoit beaucoup mieux terminée vers l'Orient que vers l'Occident.

Si l'on examine bien toutes ces observations, on verra assez qu'elles ne sçauroient convenir à l'hypothese d'un mouvement égal de la comete le long d'une ligne droite trajectoire, ou par une portion de circonference d'un cercle excentrique à la terre, puisqu'il est impossible que l'on puisse tirer une droite par les trois lignes  $BP$ ,  $HQ$ ,  $NR$ , en sorte que cette comete en traversant la ligne  $NR$  ait pu par une cause optique, paroître avoir autant de mouvement qu'elle paroïssoit en avoir en traversant la ligne  $BP$ , & deux fois moins de mouvement qu'elle ne paroïssoit en avoir en traversant la ligne  $HQ$ .

Il faudroit donc que cette comete eût eu un mouvement inégal le long d'une ligne droite trajectoire, & assigner par consequent une cause physique à ce mouvement inégal ; mais cela ne seroit pas une petite difficulté, outre qu'il seroit encore tres-malaisé de rendre raison pourquoi sa clarté alloit toujours en diminuant depuis sa premiere apparition, pourquoi la longueur de sa queue augmenta jusqu'au troisieme de Janvier, quand elle étoit au perigée ; pourquoi la comete disparut bien plus par la foiblesse de sa lumiere, que par son éloignement de la terre, &c.

Mais s'il est vrai que les cometes tirent leur origine du soleil, à peu près de la maniere comme

ART. LXXII.  
Qu'il est impossible que ces observations puissent convenir à l'hypothese d'un mouvement égal de la comete par une ligne droite trajectoire, & pourquoi.

ART. LXXIII.  
Qu'il n'est pas difficile de

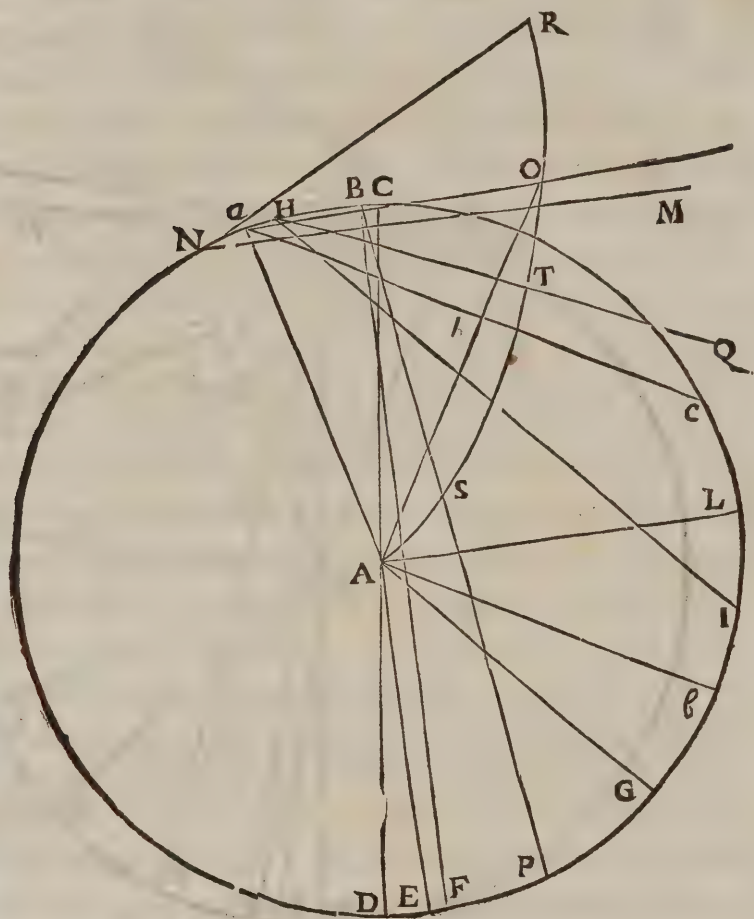
rendre raison  
de toutes les  
apparences de  
cette comete,  
en supposant  
qu'elle tire  
son origine  
du soleil.

nous l'avons expliqué ; il n'y aura pas ce me semble tant de difficulté à rendre raison de toutes les apparences de la comete dont nous avons parlé, & de les accorder ensemble ; car je suppose 1<sup>o</sup> Qu'elle est sortie du soleil par un endroit beaucoup au dessus du plan de l'ecliptique ; 2<sup>o</sup> Qu'elle a passé ensuite par la ligne BP au point S, où elle paroissoit avec beaucoup de clarté, parce qu'elle y étoit fort proche du soleil ; & où elle paroissoit avec peu de latitude, avec une petite teste & une queue mediocre, à cause qu'elle y étoit fort éloignée de la terre. 3<sup>o</sup> Qu'elle a passé ensuite par la ligne HQ au point T, où elle paroissoit avec son plus grand mouvement, non parce qu'elle y étoit veritablement dans son perigée ; mais parce qu'elle y étoit dans l'endroit de son équilibre avec la matiere étherée. Sa latitude & sa grandeur apparente étoient considerablement augmentées à ce point, à cause qu'elle y étoit beaucoup plus proche de la terre : sa clarté y avoit diminué, parce qu'elle y étoit plus éloignée du soleil ; & sa queue y paroissoit occuper la plus grande partie du ciel, parce qu'alors on la voyoit avec la moindre obliquité, étant directement opposée à la terre. 4<sup>o</sup> Qu'elle a passé ensuite par la ligne *ao* au point *o*, où elle a été observée avec une latitude de 28<sup>+</sup> 3' laquelle a été à peu près la plus grande, parce qu'elle y étoit dans son veritable perigée, & que son chemin y coupoit la ligne *ao*, à peu près à angles droits ; ensuite de quoi cette latitude n'a pas dû diminuer dans la même proportion qu'elle avoit





que. Enfin qu'elle a passé par la ligne NR au point R, où sa latitude fut observée moindre que dans



la ligne  $ao$ , à cause que sa distance de la terre y étoit plus grande que lorsqu'elle étoit dans la ligne  $ao$ ; & où sa clarté diminuoit beaucoup, sans que sa grandeur apparente y diminuât quasi, parce qu'el-



le y étoit confiderablement plus éloignée du soleil, & guères plus éloignée de la terre que dans la ligne *ao*, &c.

Au reste comme cette comete étoit emportée par la matiere étherée de l'Occident à l'Orient, & que la déclinaison de son chemin au plan de l'écliptique diminuoit toujours, sa queue devoit décliner de la ligne de l'opposition du soleil vers l'endroit du ciel, d'où la comete venoit par son mouvement particulier.

Je ne vois qu'une seule objection qu'on pourroit faire contre mon hypothese à l'égard de cette comete; sçavoir, qu'elle doit avoir été au dessus du soleil, puisqu'on l'a trouvée toute ronde à 22 degrez & demi de distance de cet astre; mais comme elle a été toujours entourée d'un atmosphere de fumée tres-confiderable, que les rayons du soleil penetrent facilement; elle peut avoir été au dessous du soleil, quoiqu'on la vit toute ronde à la distance de 22 degrez & demi de cet astre.

ART. LXXIV.  
Objection & réponse.

Voyons maintenant s'il n'y auroit pas encore moyen de parvenir en quelque façon à connoître la distance d'une comete à la terre par la maniere qui suit, ou du moins à connoître le rapport entre cette distance & celle du soleil & des planettes à la terre.

ART. LXXV.  
Methode particuliere pour chercher la distance qu'il y a de la terre à une comete.

Le septième de Janvier la comete dont nous venons de faire la description, avoit sa plus grande latitude, & c'étoit par consequent alors que son chemin coupoit la ligne *ao*, à peu près aux angles

droits, & passoit de même dessus la ligne *ac* qui est dans le plan de l'écliptique.

Soit *Aa* la distance qu'il y a du soleil à la terre, que je suppose être de 20000 demi-diametres de la terre; & comme l'angle *Aab* a été observé d'environ 50 degrez, & que l'angle *Aba* est à peu près droit; le côté *ab* est de 12855 demi-diametres de la terre.

Or elle eût alors 28<sup>d</sup> 30' de latitude boreale, & par conséquent dans le triangle rectangle *aho*, où *ab* est de 12855 demi-diametres de la terre, & l'angle *hao* de 28<sup>d</sup> 30', le côté *ao* est de 14672 $\frac{1}{2}$  de ces demi-diametres, qui est la distance qu'il y avoit alors de la terre à la comete, & qui a été la moindre de toutes.

AR. LXXVI.  
Que cette methode suppose que l'on sçache la distance du soleil à la terre.

Je viens de supposer la distance du soleil à la terre de 20000 demi-diametres de la terre; mais nous sommes encore bien éloignez de connoître cette distance un peu au juste: car la parallaxe du soleil n'est pas des plus faciles à être déterminée, tant à cause de l'éloignement excessif de cet astre, que parce qu'on ne le sçauroit voir parmi les étoiles fixes, pour le comparer avec elles de divers endroits de la terre, ou d'un même lieu en diverses heures d'un jour.

AR. LXXVII.  
Qu'il seroit facile de connoître les distances des planettes à la terre en connoissant la distance du soleil à la terre, & comment.

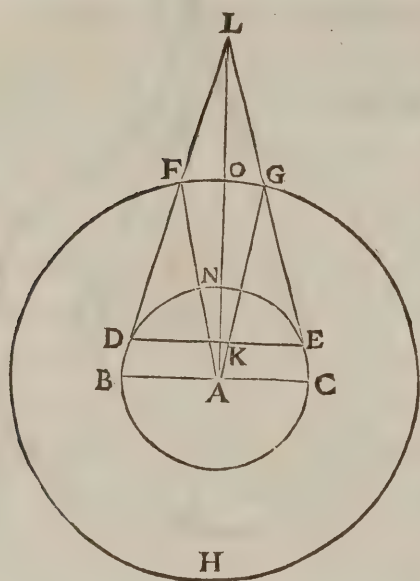
Si l'on pouvoit déterminer cette distance, il seroit ce me semble assez facile de déterminer les distances de toutes les planettes, quelque éloignées qu'elles puissent être. Mais supposons qu'elle nous soit connue, & qu'elle soit de 20000 demi-diametres.



tres de la terre. Soit A le soleil ; soit BDEC l'orbe annuel de la terre ; soit BC le diametre de cet orbe de 40000 demi-diametres de la terre ; & soit FGH l'orbe de quelque planete , comme par exemple celui de Mars.

Cela étant, comme la terre acheve sa revolution en 365 jours 5 heures 48 min. 47 sec. ou environ , & la planete de Mars en 686 jours 22 heures 30' ou environ ; cette planete doit paroître retrograder de quelques degrez , lorsque la terre passe avec un

mouvement plus acceléré entre elle & le soleil.



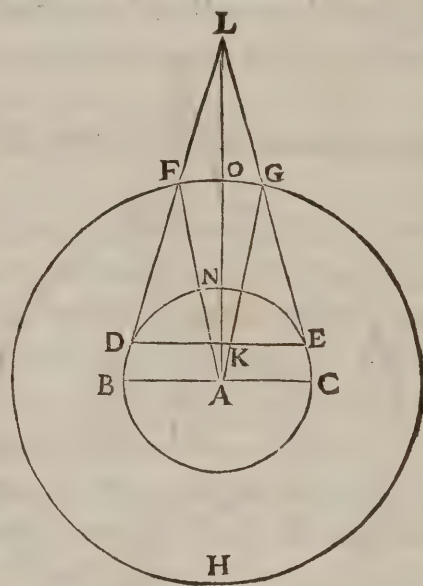
Or pendant que Mars retrograde, la terre parcourt une certaine portion de son orbe , comme par exemple depuis E jusqu'en D, dont on peut connoître la corde DE, en connoissant le diametre BC que j'ai supposé de 40000 demi-diametres de la ter-

re ; & par consequent dans le triangle rectangle KLE, ayant connu le côté KE, & l'angle KLE, qui est la moitié de la retrogradation de la planete, je trouve facilement le côté KL, & par consequent aussi AL.

E c iij

Mais pendant que la terre avance dans son orbe depuis E jusqu'en D, Mars parcourt une certaine portion du sien; & comme l'on peut connoître cette portion au juste, je tire du soleil A les deux lignes FA, GA en sorte qu'elles fassent un angle qui exprime cette portion. Donc dans le triangle AGL, où le côté AL & les deux angles ALG, LAG sont connus, dont le dernier LAG est la moitié de l'arc que Mars acheve pendant qu'il paroît retrograder, l'on trouve AG la distance de Mars au soleil, dont NA étant ôté, que l'on a supposé être de 20000 demi-diametres de la terre, il reste pour NO, qui est la distance de la terre à Mars, lorsqu'il est dans son perigée.

La même chose se peut trouver à l'égard des autres



AR, LXXVIII  
Comment on  
peut connoître  
le rapport  
que les distances  
des planettes  
ont entre  
elles.

planettes.

Il s'ensuit que s'il est impossible de connoître les veritables distances de la terre aux planettes, l'on peut du moins connoître le rapport que leurs distances ont entre elles dans le système du monde,



sans avoir recours pour cela à mille rêveries & visions en l'air.

Il s'ensuit encore que s'il y avoit une planette principale qui prist son chemin assez près de la terre, nous connoîtrions facilement les veritables distances de toutes les autres planettes, & celle du soleil à la terre.

Il ne sera pas hors de propos d'avertir ici qu'il faudroit avoir égard aux excentricitez des planettes & de la terre, si l'on vouloit se servir de cette methode pour trouver leurs distances de la terre.

L'on s'est mis de tout temps fort en peine d'expliquer, pourquoi les cometes se font voir bien plus l'hyver que l'été, & bien plus dans la partie septentrionale, que dans la partie meridionale du ciel, & pourquoi elles paroissent ordinairement fort grandes dès leur premiere apparition, sans quasi augmenter ensuite de grandeur apparente; mais il n'y a pas ce me semble de quoi s'en mettre tant en peine: car on a deux fois plus de nuit l'hyver que l'été, & des nuits beaucoup plus sombres que celles de l'été, dont la clarté nous doit dérober de la veüe toutes les cometes qui étant trop petites, ou trop éloignées du soleil & de la terre, ne peuvent avoir qu'une lumiere tres-foible. C'est par la même raison qu'on les voit plutôt dans la partie septentrionale que dans la partie meridionale du ciel; & parce qu'il n'y a pas tant d'observateurs pour les observer dans cette premiere que dans l'autre partie. Enfin, elles paroissent ordi-

ART. LXXIX.

Qu'il faut avoir égard aux excentricitez des planettes & de la terre en se servant de cette methode.

AR. LXXX.

Que les cometes se font voir bien plus l'hyver que l'été, &c. & pourquoi.

nairement fort grandes dès leur premiere apparition, sans quasi augmenter ensuite de grandeur apparente, parce qu'elles sont ordinairement assez proches du soleil & de la terre, lorsqu'elles commencent à paroître & se dégager des rayons de cet astre; & parce que c'est de pur hazard qu'on les découvre la premiere fois, au lieu qu'on les peut toujours suivre jusqu'à ce qu'elles nous échapent, à cause de leur petitesse, ou de la foiblesse de leur lumiere.

AR. LXXXI.  
Que certaines  
pierres d'une  
prodigieuse  
grandeur qu'on  
a veû quel-  
quefois tom-  
ber du ciel,  
n'ont pû venir  
que du soleil.

S'il est vrai ce que Pline, Cardan & d'autres Historiens nous rapportent des pierres d'une prodigieuse grandeur qu'on a vû tomber du ciel dans des endroits de la terre, où il n'y avoit point de Vulcan dans le voisinage, je ne crois pas qu'on puisse assigner à ces pierres d'autre origine que le soleil.

AR. LXXXII.  
Comment une  
étoile peut  
paroître & di-  
sparoître a-  
prés.

Nous avons veû comment la terre, les planettes, dont la terre en est une, & leurs satellites, qui sont encore autant de planettes, ont pû être formées, en supposant que tout l'univers ne fust dans le commencement qu'un vaste chaos. Mais si toute cette matiere, de laquelle ont été formées non seulement les planettes que nous connoissons; mais peut-être encore beaucoup d'autres trop petites, ou trop éloignées de nous pour être découvertes par la simple veûe, & que le hasard nous fera peut-être découvrir un jour; si toute cette matiere, dis-je, s'étoit amassée autour du soleil, au lieu de s'assembler autour de divers centres; elle l'auroit entierement obscurci,



obscurci, jusqu'à ce que le feu de cet astre ayant gagné cette matiere quelque part, l'auroit écartée de tous les côtez, laquelle en y retombant quelque temps après, l'auroit obscurci de nouveau. Tel peut avoir été le sort de l'étoile qui parut l'année 1572 dans la poitrine de Cassiopée; de celle qui parut l'année 1604 dans le Sagittaire, & de plusieurs autres.

Si cette matiere en s'approchant du soleil s'étoit voutée en chemin, & à quelque distance de cet astre, elle l'auroit entierement obscurci, à moins qu'il n'y eût resté quelque part une ouverture dans cet atmosphere de matiere voutée: car alors le soleil se feroit caché, & se feroit fait voir dans des temps reglez, supposé que cette masse de matiere y eût tourné tout au tour, à peu près comme les taches & les planettes.

AR. LXXXIII  
Comment une étoile peut paroître & disparaître en des temps reglez.

Tel peut avoir été le sort de l'étoile qui se fait voir dans le col de la baleine, & qui demeure tous les ans sept ou huit mois invisible, & se laisse voir durant trois ou quatre mois, retournant à la même grandeur après 330 jours à peu près.

Les observations que l'on peut faire par le moyen des microscopes sont sans nombre: car l'air, l'eau & la terre nous fournissent également des objets capables de faire admirer la sagesse infinie du Createur; mais je serois obligé de faire des volumes entiers si je voulois rapporter toutes les observations que j'ai faites. Entre tous les insectes, dont j'espere de donner l'histoire, je me suis

AR. LXXXIV  
Que les observations que l'on peut faire par le moyen des microscopes sont sans nombre.

principalement attaché à examiner le pou, dont je ferai alors une description exacte, depuis qu'il sort de son œuf jusqu'à sa fin ; j'y ferai voir comment il en sort, comment il prend sa nourriture ; comment se fait la digestion de ses alimens ; comment il remuë ses membres ; comment il change de peau comme presque tous les autres insectes, &c.

AR. LXXXV.  
Que l'on voit  
une infinité  
d'insectes  
dans de l'eau  
croupie, &  
comment ils y  
viennent.

Lorsqu'on expose de l'eau commune à l'air pendant quatre ou cinq jours plus ou moins, suivant la saison ; elle se trouve remplie d'une infinité de petits insectes de différentes figures & de différentes grandeurs, principalement si l'on y met quelque chose d'aromatique. Je suis persuadé que presque tous les insectes que l'on voit nager dans cette eau, viennent des œufs que plusieurs insectes volans, attirez en partie par l'odeur qui s'en exhale, y viennent pondre pour y être éclos.

A. LXXXVI.  
Preuve de la  
conjecture  
precedente.

Je suis d'autant plus fortement porté à croire que leur generation se fait de cette maniere, qu'elle est analogue à celle des cousins, des ephemerés & de plusieurs autres insectes volans.

A. LXXXVII  
Que l'eau qui  
a été remplie  
d'insectes, de-  
vient quel-  
quefois claire  
& transparen-  
te, sans qu'il y  
en ait aucun,  
& pourquoi.


Il arrive quelquefois que l'eau que l'on a veuë pendant quelque temps remplie d'une infinité d'animaux, devient à la fin claire & transparente comme du cristal, sans qu'il y paroisse aucun de ces petits animaux, ni la moindre ordure ; & je crois que cela vient de ce que ces animaux ayant mangé toute la nourriture qu'ils y trouvoient, y meurent de faim, & laissent cette eau claire & transparente en se précipitant au fond.



J'ay gardé de cette eau assez long-temps sans y appercevoir jamais de nouveaux animaux : car les insectes volans y ont beau venir pondre leurs œufs, les animaux qui en viennent n'y trouvant rien à manger, doivent mourir aussi-tôt.

Ceux qui ont fait des voyages de long cours, rapportent la même chose de l'eau qu'ils conservent à leur usage.

Il y a plus de vingt ans que j'examinai le premier, à ce que je crois, la semence des animaux avec des microscopes, & que je découvris qu'elle est remplie d'une infinité d'animaux semblables à des grenouilles naissantes, comme je le fis mettre dans le 30<sup>me</sup> Journal des Sçavans de l'année 1678. & comme

 cette figure les represente : c'est-à dire, celle des hommes & des quadrupedes : car pour ce qui est de la semence des oiseaux, elle est remplie d'une infinité d'animaux qui paroissent comme des vers.

Dés que j'eus fait ces observations; mais principalement sur la semence des oiseaux, & que j'eus considéré que les mouches, les papillons, & une infinité d'insectes volans, qui ne sont à proprement parler qu'une espece d'oiseaux, viennent des vers qui les renferment & les cachent à nos yeux; j'eus une pensée bien éloignée de celle que tous les Philosophes anciens & modernes avoient eue sur la generation.

Je la communiquai dès ce temps-là à plusieurs de mes amis, & principalement à l'Auteur de la re-

ARTICLE  
LXXXVIII.  
Que la semence des animaux quadrupedes se trouve remplie d'une infinité d'animaux en forme de grenouilles naissantes, & celle des oiseaux en forme de vers ou anguilles.

AR. LXXXIX  
Conjectures que j'ai tirées de cette observation pour la generation.

cherche de la verité, à qui j'en écrivis à peu près en ces termes.

Je pense que chaque ver qui se voit dans la semence des oiseaux, renferme actuellement un oiseau mâle ou femelle de la même espèce de celui dans la semence duquel il se trouve; que *tempore congressus*, lorsque le mâle jette sa semence dans l'ovaire de la femelle, cette semence entoure les œufs qui s'y trouvent: Que chaque ver de cette semence cherche à s'introduire dans un de ces œufs pour y être nourri, & pour y prendre un accroissement sensible: Que chaque œuf n'a qu'une seule ouverture pour laisser entrer un ver dans cette partie que l'on appelle le germe, & qu'aussi tôt qu'un seul y est entré, cette ouverture se ferme, & refuse le passage à tout autre ver: Que s'il arrive par quelque hasard qu'il y ait deux vers qui s'introduisent dans le germe d'un œuf, les deux animaux qui s'y nourrissent se joignant par quelque endroit de leurs corps, font une espèce de monstre: Qu'il n'y a enfin autre différence entre la generation des mouches, des papillons, & des autres insectes volans, & celle des oiseaux, sinon que les uns se transforment à nôtre veuë, de vers en insectes volans, & que les autres se transforment en oiseaux dès qu'ils entrent dans les œufs, où prenant aussi-tôt un accroissement sensible, ils sortent des peaux qui les renfermoient & qui les faisoient paroître comme des vers.

L'on peut supposer la même chose des animaux qui se voyent dans la semence des hommes & des



quadrupedes, & dire que chaque petit animal renferme & cache actuellement & en petit sous une peau tendre & delicate, un animal mâle ou femelle, de la même espece de celui dans la semence duquel il se trouve; que lorsqu'un animal est entré dans l'œuf que la femme *tempore congressus*, a jeté de ses testicules ou ovaires dans la matrice par des conduits que les Anatomistes y découvrent visiblement; cet animal s'unit à cet œuf par la partie la plus tendre de son corps, & l'œuf à la matrice; tout de même que deux hommes dont chacun écorcheroit quelqu'endroit de son corps, pourroient en joignant assez de temps ensemble ces deux endroits écorchez n'en faire qu'un seul corps: c'est-à-dire, qu'ils pourroient faire que leur sang passeroit par la circulation de l'un à l'autre; & qu'ils auroient par consequent des humeurs & un sang commun; que ces trois corps, la femme, l'œuf & le petit animal, ne doivent par consequent être plus regardez que comme un seul corps, le sang passant par la circulation de la femme à l'œuf, de l'œuf au petit animal, du petit animal à l'œuf, & de l'œuf à la femme.

Nous venons de dire que le petit animal se joint à l'œuf par la partie la plus tendre de son corps. Or je crois que cette partie est le bout de sa queue, que cette queue renferme les vaisseaux umbilicaux, & que si l'on pouvoit voir le petit animal au travers de la peau qui le cache, nous le verrions peut-être comme cette figure le représente, sinon

que la tête seroit peut-être plus grande à proportion du reste du corps, qu'on ne l'a dessinée icy.

ART. XC.  
Ce que c'est  
que l'œuf de  
la femme, &  
comment un  
enfant vient  
ordinairement  
au monde.

Au reste, l'œuf n'est à proprement parler que ce qu'on appelle *placenta*, dont l'enfant, après y avoir demeuré un certain temps tout courbé & comme en peloton, brise en s'étendant & en s'allongeant le plus qu'il peut, les membranes qui le couvroient, & posant ses pieds contre le *placenta*, qui reste attaché au fond de la matrice, se pousse ainsi avec la tête hors de sa prison; en quoi il est aidé par la mère, qui agitée par la douleur qu'elle en sent, pousse le fond de la matrice en bas, & donne par conséquent d'autant plus d'occasion à cet enfant de se pousser dehors & de venir ainsi au monde.

L'expérience nous apprend que beaucoup d'animaux sortent à peu près de cette manière des œufs qui les renferment.

ART. XCI.  
Que l'on peut  
pousser bien  
plus loin cette  
nouvelle pen-  
sée de la gene-  
ration, &  
comment.

L'on peut pousser bien plus loin cette nouvelle pensée de la generation, & dire que chacun de ces animaux mâles, renferme lui-même une infinité d'autres





animaux mâles & femelles de même espece; mais qui sont infiniment petits, & ces animaux mâles encore d'autres animaux mâles & femelles de même espece, & ainsi de suite; de sorte que selon cette pensée les premiers mâles auroient été créez avec tous ceux de même espece qu'ils ont engendrez & qui s'engendreront jusqu'à la fin des siecles.

Lorsque je parle de la semence, je n'entens point parler de cette matiere gluante qui vient des prostates; mais de la liqueur qui contient les animaux, & qui vient des testicules: car il ne se trouve aucun animal dans cette matiere gluante, & il semble qu'elle ne sert qu'à graisser pour ainsi dire, le chemin par où ces animaux doivent passer, afin qu'ils ne soient pas blesez dans le passage.

J'ai observé qu'ils vivent beaucoup plus longtemps s'ils sont d'un animal jeune & vigoureux, que s'ils étoient d'un animal déjà vieux; qu'une chaleur assez modérée du feu, les fait mourir incontinent; mais qu'on les peut exposer pendant plusieurs heures au plus grand froid de l'hiver, sans qu'ils en meurent; qu'une goutte d'eau de vie, ou autre liqueur forte, les fait mourir aussi-tôt; qu'il ne s'en trouvoit aucun dans la semence d'un homme, que j'examinai après qu'il eût connu une femme plusieurs fois de suite. Or il n'y a pas de quoi s'en étonner: car les vesicules seminaires, où se garde la semence comme dans un reservoir, après y être découlée des testicules, ayant été épuisées, il n'en venoit que cette matiere gluante des prostates,

ART. XCII.  
Ce que j'entens sous le nom de semence.

ART. XCIII.  
Plusieurs observations touchant la semence des animaux.

dont j'ai parlé plus haut, qu'on appelle improprement semence, & dans laquelle il ne se trouve aucun de ces petits animaux.

Ce que l'on vient de dire de la production des animaux : c'est à-dire, que les premiers mâles ont été créés avec tous ceux de la même espèce qui sont nez & qui naîtront jusqu'à la fin des siècles, on le peut encore supposer avec autant de raison de la production des plantes : car lorsqu'on examine avec un microscope quelque semence ou quelque pépin, où le germe est un peu visible, on y découvre la plante toute entière, où il y a sans doute de nouvelles semences qui contiennent de nouveaux germes, & ces nouveaux germes de nouvelles plantes avec leurs semences, & ainsi de suite.

ART. XCIV.  
Que l'on peut  
dire la même  
chose de la  
production  
des plantes, &  
que les ani-  
maux & les  
plantes se res-  
semblent beau-  
coup.

Au reste il me semble que les plantes ont un très-grand rapport aux animaux : Elles prennent par leurs racines, comme par autant de bouches ouvertes, le suc de la terre pour se nourrir. Ce suc se distribue dans de certains tuyaux qui sont comme autant de vaisseaux de la plante, & qui le long de leurs tiges qui les portent, sont accompagnés d'autres tuyaux, qui étant remplis d'air, leur servent peut-être comme les poumons servent aux animaux. Dans les intervalles qui se trouvent entre ces tuyaux, il y a une infinité de vésicules pour recevoir ce suc nourricier, & pour le distribuer ensuite où il est nécessaire. Le jeune fruit se nourrit dans le bouton qui le cache & qui l'enveloppe, comme l'enfant se nourrit dans la matrice. Enfin lorsque  
ce



ce fruit commence à sortir du bouton qui s'ouvre, il est comme un enfant à la mamelle, & prend sa nourriture par les fleurs qui lui servent de tetons, puisqu'alors il est encore trop tendre & trop délicat pour digérer une nourriture, qui lui viendrait immédiatement des tiges ou des feuilles qui sont comme les viscères de la plante.

F I N.

*Le Lecteur est prié de remarquer qu'on n'a pas toujours pu garder les justes proportions dans les figures : comme aussi de lire, page 11. ligne 24. qui pese sur tous, au lieu de, qui pese sur tout : page 31. ligne 24. avec une même inclinaison, au lieu de, avec un même angle d'incidence : page 31. ligne 30. avec une même inclinaison, au lieu de, avec un même angle d'incidence : page 34. ligne 14. souffrant, au lieu de, souffrants : page 91. ligne 26. dont je me sers, au lieu de, dont je m'en sers : page 144. ligne 20.  $\frac{1}{3}$ , au lieu de,  $un-\frac{1}{3}$  : page 219. ligne 30. à angles droits, au lieu de, aux angles droits : page 222. ligne 19. il reste NO, au lieu de, il reste pour NO : page 223. ligne 23. dérober à la venè, au lieu de, dérober de la vene.*

---

*Extrait du Privilege du Roy.*

**P**AR Lettres Patentes du Roy données à Paris le 15<sup>me</sup> jour de Juillet 1695, signées DE LA RIVIERE, & scellées du grand Sceau de cire jaune; il est permis à . . . . . d'imprimer, ou faire imprimer un Livre intitulé : *Essay de Dioptrique*, par *Nicolas Hartsoeker*; & ce pendant le temps & espace de huit années consecutives, à compter du jour que ledit Livre sera achevé d'imprimer pour la premiere fois: avec défenses, &c.

*Registré sur le Livre de la Communauté des Libraires & Imprimeurs, le 2. de Decembre 1694.*

Achevé d'imprimer pour la premiere fois en vertu des Presentes le 22. de Decembre 1694.





